

Physikalische Berichte

als Fortsetzung der „Fortschritte der Physik“ und des „Halbmonatlichen Literaturverzeichnisses“ sowie der „Beiblätter zu den Annalen der Physik“

gemeinsam herausgegeben von der

Deutschen Physikalischen Gesellschaft
und der

Deutschen Gesellschaft für technische Physik

unter der Redaktion von Karl Scheel

1. Jahrgang

1. August 1920

Nr. 15

1. Allgemeines.

G. Hellmann. Ursprung der hundertteiligen Thermometerskala. Meteorol. ZS. **37**, 36, 1920. Es wird allgemein angenommen, daß zuerst Celsius bald nach 1740 Thermometer mit hundertteiliger Skale gebraucht hat. Verf. zeigt demgegenüber, daß bereits im Jahre 1710 in einer Upsalenser Dissertation von Elvius von einer solchen Teilung in 100 Grade wie von einer üblichen gesprochen wird. Diese Üblichkeit dürfte aber wohl nicht allgemein zutreffen und Verf. glaubt deshalb annehmen zu sollen, daß die Einteilung der Skale in 100 Grade schwedischen Ursprungs sei. Celsius scheint nur das Verdienst zu haben, die Zentesimalteilung auch auf das mit Fixpunkten (Eispunkt, Siedepunkt) versehene Thermometer übertragen zu haben. Verf. fordert die schwedischen Gelehrten, denen die heimische Literatur jener Zeit bisher zugänglich ist, auf, die Frage weiter zu klären. SCHEEL.

Hellmann. Beiträge zur Erfindungsgeschichte meteorologischer Instrumente. Berl. Ber. 1920, 463. Das Thermometer ist fast gleichzeitig und unabhängig voneinander in Italien von Galilei und in Holland von Drebbel erfunden worden, beidemal in Anlehnung an einen von Heron v. Alexandria überlieferten Versuch des Altertums. Santorio hat es als Meßwerkzeug in die Wissenschaft eingeführt. Das für die Lehre vom Barometer entscheidende Experiment auf dem Puy de Dôme ist zwar von Pascal veranlaßt worden, der, beeinflusst durch die Ideen Torricellis, den Glauben an den horror vacui kurz zuvor aufgegeben hatte, aber die erste Anregung zu einem solchen Versuch rührt von Descartes her. In Ländern mit streng periodischem Regenfall ist die Abhängigkeit der Ernteertragskraft vom Regenfall so augenfällig, daß sie schon frühzeitig die Vornahme von Regenmessungen veranlaßt hat. Die ersten derartigen Messungen wurden unabhängig voneinander in Indien im 5. Jahrhundert v. Chr., in Palästina zu Anfang unserer Zeitrechnung und in Korea im 15. Jahrhundert gemacht. In Europa gab erst in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts die Frage nach der Wasserführung der Flüsse und Seen die Veranlassung zur Regenmessung. Einer achtteiligen Windrose begegnen wir zuerst in Babylonien im 7. Jahrhundert v. Chr. SCHEEL.

K. Bergwitz. Julius Elster †. 24. Dezember 1854—8. April 1920. Chem.-Ztg. **44**, 457, 1920. SCHEEL.

F. A. Buchholz. Prof. Dr. August Raps †. ZS. f. Fernmeldetechn. **1**, 79—80, 1920. SCHEEL.

W. Hillers. H. Rebenstorff†. ZS. f. math. u. naturw. Unterr. 51, 137—139, 1920. SCHEEL.

Paul Levy. Sur l'allure des fonctions de Green et de Neumann dans le voisinage du contour. Acta Mathematica 42/43, 207—267, 1919. SCHEEL.

G. Loeck. Graphische Aufzeichnungen bei der Berechnung von optischen Systemen. Zentralztg. f. Opt. u. Mech. 41, 192—194, 1920. SCHEEL.

Hans Schulz. Sehen und Messen. ZS. d. D. Ges. f. Mech. u. Opt. 1920, 25—28, 37—40, 49—52. [S. 991.] SCHULZ.

Otto Kienzle. Der Einfluß des Meßdrucks bei festen Lehren. Der Betrieb 2, 142—146, 1920. Die Prüfung der Maulweite von Rachenlehren erfolgt mit Endmaßen, die gewöhnlich mit einer Kraft von 0,5 bis 0,6 kg (zur Überwindung der Reibung) eingepaßt werden. Für eine andere Kraft K ergibt sich ein Maßunterschied u gegen das wirkliche (mit $K = 0,5$ kg bestimmte) Lehrenmaß, der, wie aus einer Reihe von Versuchen folgt, gegeben ist durch die Gleichung $u = m \cdot (K - 0,5)$, wobei u , je nach der Maulweite und der mehr oder minder stabilen Konstruktion, von 0,04 bis 0,030 (für 10 und 150 mm Rachenlehre) schwanken kann. Je nach dem bei der Messung ausgeübten Druck kann man also verschiedene Werte erhalten, die für 1 kg größeren Druck bis auf 0,030 mm ansteigen können. Geschliffene, aber nicht polierte Werkstücke verhielten sich ganz ähnlich wie Endmaße. Läßt man bei solchen von 30 mm Durchmesser eine Lehre von 0,1 kg Gewicht durch ihr Eigengewicht (wie die Betriebsvorschrift gewöhnlich lautet) darübergleiten, so zeigen die Werkstücke ein um 0,0035 mm zu kleines Maß. Um richtige Werte zu erhalten, muß man also bei der Eichung der Lehren mit Endmaßen und bei ihrer Benutzung in der Werkstatt in gleicher Weise vorgehen, also stets dieselbe Einpaßkraft benutzen. Beim Messen durch das Eigenwicht müßten demnach die Abmaße verändert werden, doch ist diese Art zu messen nicht verläßlich, namentlich nicht bei kleinen Lehren, wo schon Stäubchen das Darübergleiten verhindern können. Außerdem ist noch zu beachten, daß bei verschiedenem Reibungskoeffizienten von Endmaß und Werkstück sich die Zahlen doch wieder ändern. Fortsetzung soll folgen. BERNDT.

Adolf Santz. Abweichungen vom genauen Maß und rechnerischen Gewicht bei Blechen. Der Betrieb 2, 245—254, 1920. SCHEEL.

Max Jakob. Begriff und Zählung der Temperatur (Bemerkungen zu einer gleichbenannten Abhandlung K. Schrebers). ZS. f. d. ges. Kälte-Ind. 27, 61—63, 1920. [S. 996.] JAKOB.

2. Allgemeine Grundlagen der Physik.

A. Einstein. Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie. Gemeinverständlich. 9. Aufl. (30.—35. Tausend). Mit 3 Fig. IV u. 83 S. Braunschweig, Verlag von Friedr. Vieweg & Sohn, 1920 (Sammlung Vieweg, Heft 38). Unveränderter Abdruck der letzten Auflage. Über die 7. Auflage ist ausführlich in diesen Ber. S. 583—584 referiert. SCHEEL.

H. A. Lorentz, A. Einstein, H. Minkowski. Das Relativitätsprinzip. Eine Sammlung von Abhandlungen. Mit Anmerkungen von A. Sommerfeld und Vorwort von

O. Blumenthal. 3. Aufl., IV u. 146 S. Leipzig u. Berlin, Verlag von B. G. Teubner 1920 (Fortschr. d. math. Wiss. in Monogr., herausgeg. von Otto Blumenthal, Heft 2). Die dritte Auflage dieses Neudrucks von Originalabhandlungen zur Relativitätstheorie ist durch Anfügung der Einsteinschen Arbeiten zur allgemeinen Relativitätstheorie wesentlich erweitert worden. Sie enthält jetzt außer den beiden Arbeiten von H. A. Lorentz: „Der Interferenzversuch Michelsons“ und „Elektromagnetische Erscheinungen in einem System, das sich mit beliebiger, die des Lichtes nicht erreichender Geschwindigkeit bewegt“ und Minkowskis Vortrag „Raum und Zeit“ noch sieben Einsteinsche Abhandlungen. Es sind dies die beiden älteren aus dem Jahre 1905: „Zur Elektrodynamik bewegter Körper“ und „Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?“, ferner die Arbeit von 1911 „Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes“, von den neueren Abhandlungen Einsteins die grundlegende Annalenarbeit (1916): „Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie“ und die drei Akademieberichte: „Hamiltonsches Prinzip und allgemeine Relativitätstheorie“, „Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie“, „Spielen Gravitationsfelder im Aufbau der materiellen Elementarteilchen eine wesentliche Rolle?“

Die Blumenthalsche Zusammenstellung ist dadurch äußerst wertvoll geworden, denn die Einsteinschen Originalarbeiten sind einzeln im Buchhandel seit langem vergriffen. Wichtig erscheint auch der Abdruck der älteren Arbeit über Licht- und Schwerkraft, obgleich diese Arbeit, die noch vor der allgemeinen Relativitätstheorie liegt, den falschen Wert 0,8" an Stelle des später unter Berücksichtigung der Raumkrümmung berechneten und astronomisch bestätigten 1,7" für die Ablenkung des Lichtstrahles an der Sonne angibt; denn diese Arbeit zeichnet in ihrer klaren Formulierung des Äquivalenzprinzips deutlich die Entwicklungsrichtung der Einsteinschen Gedanken vor. Man würde von den wichtigeren Arbeiten Einsteins gern noch die Abhandlung über Gravitationswellen in der Zusammenstellung sehen. Erwähnt sei noch, daß auch die Anmerkungen Sommerfelds zu Minkowskis Vortrag der späteren Entwicklung der Theorie Rechnung tragen.

REICHENBACH.

Erwin Freundlich. Zu dem Aufsätze „Die Physik als geometrische Notwendigkeit“ von Arthur Haas. (Naturwissenschaften 1920, Heft 3.) Die Naturwissenschaften 8, 234—235, 1920. In dem genannten Aufsatz hatte Haas die Bedeutung der Relativitätstheorie darin gesehen, daß sie physikalische Gesetze zu geometrischen Notwendigkeiten in der vierdimensionalen Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit macht. Freundlich weist sehr richtig darauf hin, daß dies nur eine Darstellungsform der Gesetze ist, und daß es zu großen Mißverständnissen der Einsteinschen Theorie führen muß, wenn durch die mathematisch-ästhetische Betrachtungsweise der physikalische Gehalt der Theorie verwischt wird. Vor allem wird bei dieser Betrachtungsweise der enge Zusammenhang der Relativitätstheorie mit der Welt der Erfahrungstatsachen übersehen.

REICHENBACH.

R. Lorenz und W. Eitel. Zur Ableitung der Smoluchowskischen Formel der örtlichen Verteilung der Teilchen in einem kinetischen Felde. (Bemerkung zu einer früheren Arbeit.) ZS. f. phys. Chem. 44, 254—255, 1920. Berichtigung eines das Endresultat nicht beeinflussenden Fehlers in einer früheren Arbeit des Verf. (ebenda 87, 293, 1913).

WESTPHAL.

J. v. Kries. Über die zwingende und eindeutige Bestimmtheit des physikalischen Weltbildes. Die Naturwissenschaften 8, 237—247, 1920. Kries wirft die Frage auf, ob das Weltbild der modernen Physik zwingend und eindeutig genannt werden kann,

und vertritt die Anschauung, daß diese Forderung für das Weltbild der Relativitätstheorie nicht durchgeführt ist, diese also nur als eine mögliche Erklärungsform unter vielen anderen erscheint. Für den Physiker, dem die Relativitätstheorie heute als der eine befreiende Weg aus den Dunkelkammern der bisher klassischen Wissenschaften erscheint, muß diese Auffassung befremdend anmuten.

REICHENBACH.

P. Ehrenfest. Welche Rolle spielt die Dreidimensionalität des Raumes in den Grundgesetzen der Physik? Ann. d. Phys. (4) **61**, 440—446, 1920. Ehrenfest untersucht in dieser kurzen Arbeit die interessante Frage, warum der physikalische Raum gerade drei Dimensionen hat, d. h. er sucht diejenigen physikalischen Tatsachen aufzuzeigen, in denen die Dreidimensionalität des Raumes spezifisch zum Ausdruck kommt, und die bei einer anderen Dimensionszahl eine charakteristische Änderung erfahren würden. Diese Untersuchung ist um so wichtiger, als seit der Aufstellung der allgemeinen Relativitätstheorie alle Aussagen über den Raum nicht mehr als selbstverständlich, sondern nur noch als Ausdruck bestimmter Erfahrungen aufgefaßt werden dürfen. Ehrenfest untersucht zunächst die Planetenbewegung. Hält man an der Vorstellung einer Zentralkraft fest und ebenso an dem Gaußschen Satz über die Kraftlinienströmung, so folgt, daß im höher dimensionalten Raum die Planetenbewegung instabil wäre, da die geringsten Störungen den Planeten ins Unendliche entfernen oder auf die Sonne schleudern würden. Umgekehrt ist also die Stabilität der Planetenbahnen ein Beweis für die Dreidimensionalität des Raumes. Sodann weist Ehrenfest auf die Dualität zwischen elektrischem und magnetischem Felde hin. Da die elektrische Feldstärke ein Vektor, die magnetische ein Flächentensor ist, so ist nur im dreidimensionalen Raum die Anzahl der Komponenten gleich, im höher dimensionalten Raum gäbe es mehr magnetische Komponenten als elektrische. Ehrenfest geht sodann noch auf die Wellenausbreitung ein. Er beschließt seine Darstellung mit der Anregung, die ganzzahligen Konstanten der physikalischen Gesetze auf ihren Zusammenhang mit der Dimensionszahl 3 zu prüfen; z. B. tritt für das Verhältnis der spezifischen

Wärmen einatomiger Gase $\frac{c_p}{c_v} = 1\frac{2}{3}$ im n -dimensionalen Raum das Verhältnis $1 + \frac{2}{n}$.

REICHENBACH.

Max Jakob. Begriff und Zählung der Temperatur. (Bemerkungen zu einer gleichbenannten Abhandlung K. Schrebers.) ZS. f. d. ges. Kälte-Ind. **27**, 61—63, 1920. [S. 996.]

JAKOB.

3. Mechanik.

H. A. Lorentz, A. Einstein, H. Minkowski. Das Relativitätsprinzip. Eine Sammlung von Abhandlungen. Mit Anmerkungen von A. Sommerfeld und Vorwort von O. Blumenthal. 3. Aufl., IV u. 146 S. Leipzig u. Berlin, Verlag von B. G. Teubner, 1920 (Fortschr. d. math. Wiss. in Monogr., herausgeg. von Otto Blumenthal, Heft 2). [S. 946.]

REICHENBACH.

P. Ehrenfest. Welche Rolle spielt die Dreidimensionalität des Raumes in den Grundgesetzen der Physik? Ann. d. Phys. (4) **61**, 440—446, 1920. [S. 948.]

REICHENBACH.

Richard Birkeland. Sur le mouvement d'un fluide dans le cas général où les accélérations ne dérivent pas d'un potentiel. Skrifter Kristiania, Mat.-nat. Kl., 1918, Nr. 2, 15 S.

SCHEEL.

C. Camichel. Sur le régime permanent dans les chambres d'eau. C. R. 170, 986—988, 1920. Berichtigung S. 1136. Verf. führt seine Versuche über die photographische Messung von Wasserbewegungen (diese Ber. S. 881) weiter. Er leitet einige allgemeine Formeln für die Geschwindigkeitsverteilung des Wassers bei bestimmten Versuchsbedingungen ab und findet sie durch den Versuch sehr genau bestätigt. Für besonders wichtig hält er die bemerkenswerte Übereinstimmung verschiedener Versuche. Er will zwei Bewegungsvorgänge unterschieden wissen, einen in engen Kanälen mit Hindernissen, charakterisiert durch kontinuierliche Veränderungen der Geschwindigkeit, und einen zweiten in weiten Räumen, dadurch charakterisiert, daß Größe und Richtung der Geschwindigkeit in jedem Punkt konstant sind.
Eine ausführliche Veröffentlichung wird in Aussicht gestellt. BLOCK.

Harold Jeffreys. On Turbulence in the Ocean. Phil. Mag. (6) 39, 578—586, 1920. SCHEEL.

Fritz Sigismund Schmidt. Zur beschleunigten Bewegung kugelförmiger Körper in widerstehenden Mitteln. Ann. d. Phys. (4) 61, 633—664, 1920. Siehe diese Berichte, S. 525. STÖCKL.

Jean Weyssenhoff. Betrachtungen über den Gültigkeitsbereich der Stokesschen und der Stokes-Cunninghamschen Formel. I. Hydrodynamischer Teil. Ann. d. Phys. (4) 62, 1—45, 1920. Die Arbeit gibt eine kritische Zusammenstellung der Kenntnisse über die Gesetze der „langsamen“ Bewegung von Teilchen in Flüssigkeiten und Gasen; der vorliegende erste Teil bezieht sich auf die Bewegungsgesetze in zähen, inkompressiblen Flüssigkeiten; ein zweiter Teil soll sich auf die Vorgänge in Gasen beziehen. Sie gibt Gelegenheit, auf die noch vorhandenen Unstimmigkeiten zwischen Theorie und Experiment hinzuweisen.

Zunächst handelt es sich um die mathematische Formulierung des Problems der „langsamen“ Bewegung einer zähen Flüssigkeit, die gegeben ist durch die Navier-Poissonschen Differentialgleichungen bei Vernachlässigung der „Trägheitsglieder“ in Verbindung mit den nötigen Randwertangaben. Dann wird das Stokessche Gesetz (1851) als die Lösung des speziellen Problems der langsamen stationären Bewegung einer Kugel in einer unbegrenzten, inkompressiblen, zähen Flüssigkeit unter dem Einfluß einer konstanten Kraft angeschrieben und die Arbeiten theoretischen und experimentellen Inhalts besprochen, die sich auf die dem Stokesschen Gesetz zugrunde liegenden Voraussetzungen beziehen. Dementsprechend handelt § 5 von der Annahme einer inkompressiblen, zähen Flüssigkeit im Sinne der Hydrodynamik; Kompressibilität sowie auch Temperaturunterschiede, Wärmetönungen, Wärmeleitungen können infolge der Annahme der Langsamkeit der Bewegung zu meßbaren Störungen keinen Anlaß geben. § 6 handelt von der „Langsamkeit“ der Bewegung: als experimentell gefundene Bedingung der Gültigkeit des Stokesschen Gesetzes mit einer Genauigkeit bis etwa 1 Proz. gilt in bezug auf die Langsamkeit die Ungleichung $\frac{a\sigma V}{\mu} < 0,2$; $\frac{a\sigma V}{\mu}$ ist nichts anderes als die Reynoldssche Zahl, deren Größe ein

Kriterium für die Turbulenz einer Flüssigkeitsströmung ist; a Radius der Kugel, σ Dichte der Flüssigkeit, V Geschwindigkeit, μ Koeffizient der inneren Reibung. Im Anschluß daran wird in § 7 die Vernachlässigung der „Trägheitsglieder“ (im besonderen die Arbeiten von Oseen, Noether u. a.) untersucht und die durch ihre Berücksichtigung bedingte Korrektur der Stokesschen Formel. Ausführlich — entsprechend den zahlreichen dahin zielenden Untersuchungen — wird in § 8 der Einfluß der Gefäßwände auf die Bewegung der fallenden Kugeln sowie der Einfluß benachbarter Kugeln aufeinander

besprochen; von besonderer Bedeutung ist hier eine bekannte Arbeit von Ladenburg, in der der Einfluß der Gefäßwände empirisch bestimmt wird. § 9 handelt von den Formeln für den Widerstand, den eine Kugel in einer Flüssigkeit bei ungleichförmiger Bewegung findet; § 10 bezieht sich auf die Berücksichtigung der Gleitung, § 11 auf die Bewegung nicht kugelförmiger Teilchen. In § 12 werden die Arbeiten über die Bewegung einer flüssigen Kugel besprochen; die experimentellen Untersuchungen liefern wesentlich geringere Unterschiede zwischen dem Widerstande einer festen und einer flüssigen Kugel in einer Flüssigkeit, als die Theorie fordert; diese berücksichtigt nicht richtig die Oberflächenkräfte.

VALENTINER.

I. Traube. Über Balloelektrizität, Molekularkräfte und elektrische Kräfte. Ann. d. Phys. (4) 62, 165—172, 1920. [S. 960.]

JAEGER.

William D. Harkins, George L. Clark and Lathrop E. Roberts. The orientation of molecules in surfaces, surface energy, adsorption, and surface catalysis. V. The adhesional work between organic liquids and water. Journ. Amer. Chem. Soc. 42, 700—712, 1920. Es wird eine ausführliche Tabelle der Oberflächenspannung für etwa 70 Flüssigkeiten gegen Wasser und Luft gegeben, von denen 34 neu bestimmt sind. Auf Grund der Annahme, daß polare Atomgruppen eine besondere Orientierung der Moleküle in den Oberflächenschichten oder den Zwischenschichten bedingen, werden die Beträge W_a und W_c der freien Energien für die Oberflächeneinheit der organischen Flüssigkeit und der Grenzschicht Flüssigkeit-Wasser angegeben. Die Wirkung der Orientierung ist um so größer, je stärker die Unsymmetrie der organischen Moleküle ist. Die Löslichkeit organischer Substanzen in Wasser wächst mit der Zunahme von $W_a - W_c$. Sie ist nahezu Null für gesättigte Paraffine und nimmt für Alkohole bis auf 50 Erg zu. Außer dieser Energiebeziehung ist aber noch der besondere Aufbau des Moleküls von Bedeutung.

Für die Berechnung der Werte ist die Beziehung $W_a = -\Delta\gamma = \gamma_1 + \gamma_2 - \gamma_{1,2}$ benutzt, während für die Adhäsionsenergie E_a aus den freien Energien der Oberflächen γ_1 und γ_2 und den latenten Wärmen folgt $E_a = \gamma_1 + \gamma_2 + l_1 + l_2 - (\gamma_{1,2} + l_{1,2})$. Nur in drei von insgesamt 58 Fällen wurde die Kohäsion organischer Flüssigkeiten größer als für Wasser gefunden (Schwefelkohlenstoff, Äthylendibromid, Acetylentetrabromid). Wegen der Einzelheiten wird auf das Original verwiesen, das einen Sonderbericht aus einer Reihe zusammenhängender Arbeiten darstellt.

SCHULZ.

Arne Westgren und Josef Reitstötter. Über die Koagulation kolloider Lösungen. Die Naturwissenschaften 8, 277—280, 1920.

GAISSER.

Verfahren zur Erzeugung luftverdünnter Räume mittels Kohle. D. R.-P. Anmeldung Kl. XII. f. V. 14 006, ausgl. 12. 4. 1920 (Verein chemischer Fabriken Mannheim). Die gewöhnlich zur Evakuierung verwendete Holzkohle absorbiert nicht alle Gase gleichmäßig, so z. B. Sauerstoff besser als Stickstoff. Daher muß zur Absorption von Luft, die $\frac{4}{5}$ aus Stickstoff besteht, mit großen Mengen Holzkohle gearbeitet werden. Wird dagegen die Kohle aus Holz hergestellt, welches vorher mit Salzen, z. B. Chlorzink, getränkt war, so adsorbiert sie an sich bedeutend besser, sie adsorbiert auch Stickstoff in viel größeren Mengen im Vergleich zu Sauerstoff (etwa im Verhältnis, wie in der Luft enthalten).

GERLACH.

Alexander Mc Adie. Gravity and aerostatic pressure of fast ships and airplanes. Science (N. S.) 51, 144—145, 1920. Auf raschen Schiffen und Flugzeugen werden die Angaben von Barometern durch den Staudruck des Fahrtwindes, die von Hg-Barometern außerdem durch die Änderung der Fliehkraft der Erdumdrehung infolge der ost-westlichen Komponente der Fahrgeschwindigkeit gefälscht. Aus dem letzteren

Grunde müssen Westwinde über den Ostwinden liegen, müssen Geschosse und Luftfahrzeuge nach Osten weiter fliegen können als nach Westen. Auch müssen Flugzeuge auf der Nordhalbkugel in Rechtskurven besser fliegen als in Linkskurven. Der Barograph gibt je nach der Lage seiner Öffnung gegen den Wind entweder die Summe des statischen und dynamischen Druckes oder einen geringeren Betrag. Zahm hat die Druckverteilung um einen Körper gemessen, Coffin (diese Ber., S. 85) hat einen ständig umlaufenden Behälter verwendet. Wenn dessen Öffnung 45° seitlich stand, wurde der wahre statische Druck angezeigt.

Bei Messungen auf einem Zerstörer, der mit 22 Knoten (10,3 m/s) gegen einen Wind von 12 m/s dampfte, fiel das Barometer um 1,2 Kilobar (?) gegenüber der Ablesung bei Fahrt mit dem Winde. Dieser Betrag änderte sich je nach der Aufstellung der Instrumente um ein Drittel.

Für die praktische Auswertung von Druckmessungen auf Schiffen für die Wettervorhersage müssen daher Richtung und Geschwindigkeit des Schiffes und des Windes bekannt sein. EVERLING.

J. Hadamard. Rapport sur les travaux examinés et retenus par la Commission de Balistique pendant la durée de la guerre. C. R. 170, 436—445, 1920. Der Bericht enthält eine gedrängte Übersicht über die Arbeiten, welche vom März 1917 ab der Kommission für Ballistik eingereicht und während des Krieges von der Veröffentlichung zurückgehalten wurden und deren durchgängige Veröffentlichung seitens der Akademie auch jetzt nicht zu empfehlen ist, soweit sie sich auf mehrfach eingegangene Lösungen derselben Probleme beziehen, die auch an anderen militärischen Stellen bekannt sind und bei denen eine Bevorzugung nicht angängig erscheint, oder soweit sie keine wesentlichen wissenschaftlichen Fortschritte, sondern nur technische Modifikationen bezeichnen.

Die in dem Bericht besonders hervorgehobenen Arbeiten lassen sich in folgende Abteilungen zergliedern: 1. Allgemeine Darstellungen der äußeren Ballistik. 2. Integration der Differentialgleichungen der äußeren Ballistik. 3. Praktische Durchrechnung. 4. Allgemeine Eigenschaften der Flugbahnen, Störungen der Flugbahnen. 5. Physikalische Grundlagen des Problems der äußeren Ballistik. 6. Innere Ballistik. 7. Experimentelle Ballistik.

Unter 1. ist das sechsbändige Werk von Charbonnier: *Traité de balistique* hervorzuheben. Sein Hauptmitarbeiter Garnier hat bei Gauthier Villars ein Werk: *Balistique extérieure, Calculs des trajectoires par arcs successifs* erscheinen lassen, während M. M. Haag und Marcus sich besonders das Studium steiler Flugbahnen mit starker Veränderlichkeit der Luftdichte angelegen sein ließen. Der *Cours de Balistique* von Sugot ist seitens der Akademie gekrönt worden, ein Bericht hierüber ist in den C. R. 1919 vom General Bourgois gegeben worden.

Unter 2. sind die Arbeiten von Drach hervorzuheben, die sich mit den Bedingungen für die Integration durch Quadraturen unter Anwendung der Theorien von Galois auf Differentialgleichungen beschäftigen, sowie die Arbeit von Denjoy, der auf den Resultaten von Drach aufbaut. Kampé de Fériet behandelt den Fall der Darstellbarkeit des Luftwiderstandes durch $k \cdot v^n$ bei ganzem oder gebrochenem n mit Hilfe der hypergeometrischen Funktion von Gauß. Sparre und Demogue haben in dem genannten Werke von Charbonnier eine wesentliche Bereicherung mit diesem Thema zusammenhängender Studien gebracht.

Das unter 3. fallende Thema hat naturgemäß während des Krieges intensive Bearbeitung gefunden, wobei besonders die Arbeiten von Emery, Risser und Parodi hervorzuheben sind.

Unter 4. sind die Arbeiten von Parodi, René Garnier hervorzuheben, während dem Einfluß kleiner Störungen der Flugbahn durch Wind und atmosphärische Variationen die Arbeiten von Haag, Garnier, Kampé de Fériet und Rousier gewidmet sind, die vorzugsweise aus der „technischen Sektion der Artillerie“ hervorgingen.

Unter 5. beschäftigt sich Parodi mit Hilfe der Beobachtungen von Teisserenc de Bort mit der Veränderlichkeit der Luftdichte mit der Höhe mit Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse von 12000 m ab. Darrieux, Langevin und Vessiot behandeln die physikalischen Grundlagen der äußeren Ballistik vom Standpunkte der allgemeinen theoretischen Hydrodynamik.

Unter 6. ist die Arbeit von Bartozewski hervorzuheben: Note sur la balistique intérieure.

Unter 7. wird eine Abhandlung von Dunoyer zur Veröffentlichung vorgeschlagen. In einem achten Abschnitt sind endlich kurz Arbeiten von Esclangon und Malburet über Begleiterscheinungen beim Schuß, insbesondere über den „zweiten Knall“ gewisser Geschütze angeführt.

BOLLÉ.

Edwin B. Wilson. Note on Bomb Trajectories. Phys. Rev. (2) **13**, 303—306, 1919. Verf. findet, daß die Flugbahn einer aus dem Flugzeuge mit der Horizontalgeschwindigkeit u_0 fallenden Bombe durch die Gleichung:

$$y = \frac{g x^2}{2 u_0^2} + \frac{g^2 x^3}{3 u_0^2 \cdot U^2}$$

mit großer Annäherung dargestellt werden kann, wo U die Grenzgeschwindigkeit der Bombe bezeichnet. Man kann auch die Darstellung

$$x = \sqrt{\frac{2y}{g}} \cdot u_0 - \frac{2}{3} \frac{u_0^2}{U^2} \cdot y$$

benutzen, wobei das zweite Glied die Distanzen darstellt, um welche die Bombe relativ zu einer parabolischen Bahn infolge des nach dem quadratischen Gesetz wirkenden Luftwiderstandes zurückbleibt.

Für $U = 900$ Fuß pro Sekunde und $u_0 = 100$ Fuß pro Sekunde bleibt die Korrektur für bedeutende Fallhöhen y und für Werte von x klein, die erheblich größer sind, als ursprünglich für den Geltungsbereich der Formel angenommen wurde (1000 bis 2000 Fuß).

BOLLÉ.

Otto Schaefer. Die Schwingungen biegeungssteifer Saiten. Ann. d. Phys. (4) **62**, 156—164, 1920. Verf. untersucht theoretisch den Einfluß der Biegeungssteifigkeit auf die Schwingungen der Saite, dessen Kenntnis für die technische Anwendung der Saite als Dehnungsmesser notwendig ist. Die Differentialgleichung des Problems lautet:

$$E \cdot J \cdot \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = S \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} - \mu \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \dots \dots \dots (1)$$

E = Elastizitätsmodul, J = Trägheitsmoment eines Querschnittes der Saite, S = Längskraft, μ = Masse der Längeneinheit.) Es ergibt sich die Gleichung:

$$E \cdot J \cdot a^4 = -S a^4 + \mu b^2 \dots \dots \dots (2)$$

wo $a = \pi/l, 2\pi/l, 3\pi/l$ und $n = b/2\pi$ ist. Für eine stählerne Klaviersaite von 40 cm Länge und 1 mm Dicke bei $n = 435$ berechnet Verf. $n_1 = 435, n_2 = 870,9, n_3 = 1309,5, n_4 = 1750,8$, während bei der völlig biegsamen Saite $n_1 = 435, n_2 = 870, n_3 = 1305$ und $n_4 = 1740$ ist. Die Klaviersaite brauchte, wie sich aus (2) ergibt, um 0,07 kg weniger gespannt zu sein als die völlig biegsame.

Im zweiten Teile gibt Verf. eine Ableitung für die Form der Saite. Als Konstanten der Fourierschen Reihe $r = \frac{1}{2}b_0 + b_1 \cos \pi x/l + b_3 \cos 3\pi x/l + b_5 \cos 5\pi x/l$ erhält Verf. für das Beispiel der Klaviersaite $b_1 : b_3 : b_5 : b_7 \dots 1 : \frac{1}{11,4} : \frac{1}{45,3} : \frac{1}{128,6}$, während für die Amplituden der Obertöne einer völlig biegsamen Saite bekanntlich gilt:

$$b'_1 : b'_3 : b'_5 : b'_7 = 1 : \frac{1}{9} : \frac{1}{25} : \frac{1}{49}. \quad \text{R. JAEGER.}$$

Adolf Marcuse. Astronomie in ihrer Bedeutung für das praktische Leben. 2. Aufl. Mit 26 Abbildungen im Text. 109 S. Leipzig und Berlin, Verlag von B. G. Teubner, 1919. (Sammlung: Aus Natur und Geisteswelt, 378. Bd.) Inhalt: Allgemeiner Überblick über die Bedeutung der Himmelskunde, Wesen und Methoden der geographischen Ortsbestimmung bei Land-, See- und Luftreisen, Instrumente zur geographischen Ortsbestimmung an Land, auf See und in der Luft, Zeitdienst und Kalenderwesen; Beziehungen der Astronomie zur Geographie, Schifffahrt und Luftschifffahrt, sowie zur Erdphysik, insbesondere zum Erdmagnetismus und zur Meteorologie; Beziehungen der Astronomie zur medizinischen Wissenschaft: Fehler der Sinneswahrnehmungen. SCHEEL.

High Vacuum Pumps. The Iron Age 105, 1316, 1920.

WESTPHAL.

H. L. Curtis and R. C. Duncan. The Use of the Oscillograph for the Study of Ballistic Problems. Phys. Rev. (2) 14, 183—184, 1919. (Auszug einer der Versammlung der Amerikanischen Physikalischen Gesellschaft in Washington am 25. u. 26. April 1919 vorgelegten Abhandlung.) Die Verf. haben auf Anforderung der Marine zur Untersuchung der Ursache von Streuungen der 14zölligen Schiffgeschütze die Bewegung feuernder Geschütze mit Hilfe von Oszillographen registriert, indem sie einer Reihe aufeinanderfolgender Lagen des zurückgehenden Geschützes stufenweise verschiedene elektrische Widerstände zuordneten und die hierdurch entstehenden Stromsprünge mittels eines Oszillographen in ihrem zeitlichen Verlaufe photographisch aufzeichneten. Die Zeitmarken wurden durch in regelmäßigen Zeitintervallen ($\frac{1}{100}$ oder $\frac{1}{1000}$ Sekunde) auftretende Funken erzeugt.

Ebenso haben sie den Druckverlauf im Verbrennungsraume des Geschützes registriert, indem sie in derselben Weise die Bewegung eines vom Gasdruck gegen eine starke Feder gedrückten Stempels verfolgten.

BOLLÉ.

Fustrow. Einfluß des Geschossgewichtes und der Geschosßform auf die Schießleistungen der Geschütze. ZS. f. d. ges. Schieß- u. Sprengstoffw. 15, 74—76, 103—104, 1920. Verf. hat für fünf in gleichem Verhältnis ansteigende Kaliber 5,25, 10,5, 21, 42, 84 cm die maximalen Schußweiten für je zwei Formwerte 0,75 und 0,6, die einer Bogenspitze von 3 und einer neuzeitlichen von 8 Kaliber-Radius entsprechen, berechnet und für jedes Kaliber in ihrer Abhängigkeit vom Geschossgewicht in Kurven (also in einer Schar von $5 \times 2 = 10$ Kurven) dargestellt. Hierbei ist das Geschossgewicht G für das Kaliber D gleich $C \cdot D^3$ gesetzt und für C verschiedene Werte 6, 9, 12, 15, 18 angenommen worden, wobei der Faktor $C = 12$ in weitaus den meisten Fällen den tatsächlichen Verhältnissen der Technik entspricht. Die Mündungsenergie ist für jedes Kaliber bei veränderlichem Geschossgewicht als gleichbleibend angenommen, und demnach sind den fünf Werten von C entsprechend für die Berechnung je fünf Werte der Anfangsgeschwindigkeit zugrunde gelegt worden, die sich also für jedes Kaliber von 365 bis 635 m/sec für die größeren bis 900 m/sec ansteigend wiederholen. Die Berechnung ist nach den Tafeln von Fasella und Becker-Cranz vorgenommen worden. Die Resultate sind außer in der angeführten Kurvenschar noch in einer übersichtlichen Tabelle und in zwei anderen Kurvenscharen dargestellt, deren eine bei

maximaler Schußweite für die verschiedenen Kaliber und Formwerte die Endgeschwindigkeit und Auftreffenergie als Funktion des Geschossgewichtes oder des Faktors C erkennen läßt, während die andere für $C = 12$ und $C = 15$ und die Anfangsgeschwindigkeiten 400, 450 und 520 m/sec Schußweiten und Endgeschwindigkeiten in ihrer Abhängigkeit ersehen läßt. Die Resultate ergeben einen allgemeinen Überblick über das, was man für Schußweiten und Auftreffenergie von der Steigerung der Kaliber und Geschossgewichte erwarten kann und lassen für jedes Kaliber ein günstigstes Geschossgewicht erkennen, während der Einfluß des besseren Formfaktors deutlich hervortritt.

BOLLÉ.

R. Katzmayer. Einheitliche Formelzeichen und Benennungen in der Aeromechanik. S.-A. Mitt. Österr. Versuchsamt 9, 15 S., 1920. Mit Bezug auf Veröffentlichungen von Knoller, Prandtl u. a. werden die in Österreich verwendeten Fachausdrücke und Formelzeichen für Staudruck, Anstellwinkel, Luftkräfte und -momente, sowie deren Beiwerte erläutert, die Unterschiede gegen deutsche Bezeichnungen, vor allem in der Schreibweise der Beiwerte für die Luftkräfte, in der Festlegung der Anstellwinkel mit Bezug auf die Flügelsehne usw. erörtert und die Vorzüge der österreichischen hervorgehoben. Zum Schluß sind die Namen und Zeichen der grundlegenden aerodynamischen Begriffe für Österreich, Deutschland, Frankreich und England in zwei Tabellen zusammengestellt.

EVERLING.

Richard Katzmayer. Bericht über Versuche zur Sichtbarmachung von Strömungslinien der Luft auf der Oberfläche von Widerstandskörpern. S.-A. Mitt. Österr. Versuchsamt 8, 3 S., 1919. Um bei hölzernen Luftschrauben die Strömrichtung der Luft darzustellen, wie es Prandtl bei metallenen gelungen war, hat Verf. die Schrauben und ebenso Tragflügel mit Bleicarbonat bestrichen und durch feine Röhrchen Schwefelwasserstoff an der Oberfläche des Körpers, insbesondere an den Vorderkanten, austreten lassen. Die Bildtafeln zeigen das Ergebnis dieser Versuche, die am Rundlauf mit senkrecht gestellten Tragflügeln ausgeführt wurden, in Form von schwarzen Strömungslinien (Schwefelblei), die am Rande auf der Saugseite nach innen, auf der Druckseite nach außen drängen; bei den Schraubenflügeln verläuft die Druckseitenströmung nahezu tangential, auf der Druckseite nähert sich die Luft der Nabe und wird keineswegs nach außen geschleudert.

EVERLING.

A. Rateau. Sur les plus grandes distances franchissables par les avions et les plus grandes vitesses réalisables. C. R. 170, 364—370, 1920. (Vgl. ebenda, Juni/Juli 1919.) Die größten zurzeit möglichen Flugstrecken ohne Zwischenlandung übersteigen 3000 km. Hier wird gezeigt, daß man bei ruhender Luft 6000, nicht aber 7000 km erzielt. Aus den Grundgleichungen des Fluges ergibt sich eine Beziehung zwischen Luftdichte, Gewicht und Gleitzahl des Flugzeugs, Steigung, Wirkungsgrad und Schlupf der Schraube. Den geringsten Brennstoffverbrauch hat man für beste Gleitzahl, also in der Gipfelhöhe. Praktisch fliegt man mit etwas kleinerem Anstellwinkel in etwas geringerer Höhe, wegen besserer Geschwindigkeit und Stabilität. Bleibt der Anstellwinkel konstant, so ist (unter der Annahme eines Motordrehmoments proportional der Luftdichte) die mögliche Luftdichte proportional dem Gewicht, das bedeutet Höhengewinn entsprechend dem Betriebsstoffverbrauch. Die Geschwindigkeit bleibt konstant, auch die Drehzahl; daher die Leistungsbelastung, wie es sein muß. Da auch der Betriebsstoffverbrauch sich nicht ändert, läßt sich die Flugweite als Exponentialfunktion des Gewichts, also nahezu proportional der Höhe ermitteln. Der Steigwinkel bleibt nahezu gleich und sehr klein, etwa 0,0015, man kann also mit wagerechtem Fluge rechnen.

Anwendung: Die Gleitzahl kann auf $\frac{1}{9}$, ja $\frac{1}{10}$ gebracht werden. Ein wenig unterhalb der Gipfelhöhe und in Anbetracht der ausgedehnten Betriebsstoffbehälter wird nur $\frac{1}{8,5}$ gesetzt. Die Schraube sei für besten Wirkungsgrad bei gleichbleibendem Schlupf gebaut: Annahme 0,75. Für den Betriebsstoffverbrauch wird 270 g/PS_h gesetzt. Die gesamte Flugstrecke ist dann das 800fache des Unterschiedes der Gipfelhöhe am Anfang und zum Schluß. Dazu kommt das 8,5fache der schließlichen Gipfelhöhe für den Gleitflug. Der Betriebsstoffanteil am Gesamtgewicht kann über 0,6 gesteigert werden. Die Formel stammt von R. Devilliers. Die Leistung tritt darin nicht auf; sie muß jedoch zum Heben der Last ausreichen.

In Wirklichkeit ist aber das Motordrehmoment nicht proportional der Luftdichte, sondern der um einen bestimmten Betrag (0,1 des Bodenwertes) verminderten Luftdichte. Führt man diesen Ansatz in die Formeln ein, so erhält man eine schwächer geneigte Flugbahn, daher die Flugweite um durchschnittlich 0,05 geringer. Die größte Flugstrecke wird 6575 km; selbst mit einem Schraubenwirkungsgrad 0,78 käme man nicht bis 7000 km. Diese Entfernung, die eine Steighöhe von 8,8 km erforderte, ist also die obere Grenze.

Die größtmögliche Fluggeschwindigkeit ergäbe sich unabhängig von der Luftdichte mit der heute erreichbaren Leistungsbelastung 3,5 kg/PS, mit dem Wirkungsgrad 0,75 und der Gleitzahl $\frac{1}{8}$ zu 128,5 m/s oder 463 km/h. Diese obere Grenze ist wegen der Gefahren des Abfliegens und Landens nicht erreichbar. Auch würde Verkleinerung der Flügelfläche die Gleitzahl verschlechtern. Diese Geschwindigkeiten sind daher nur in großen Höhen mit Hilfe des Vorverdichters möglich. EVERLING.

A. Rateau. Sur l'altitude de vol qui correspond au minimum de consommation kilométrique et sur le calcul de la meilleure hélice pour un avion donné. C. R. 170, 491—497, 1920. Berichtigung S. 771. Die Flughöhe für den geringsten Streckenverbrauch und die beste Luftschraube für ein gegebenes Flugzeug liefern folgende Betrachtungen: Mit Bezug auf die vorstehende Arbeit wird durch Ausschalten der Luftdichte eine Gleichung für den Streckenverbrauch (kg Betriebsstoff/km) gewonnen, aus der für ein Flugzeug von 1,7 t Gewicht (mittels einer Tabelle) als kleinster Wert 288 g/km bei einem Anstellwinkel von $4,6^\circ$ in 4,96 km Flughöhe, also 0,14 km unter der Gipfelhöhe, folgt. Die Schwankungen betragen jedoch zwischen der Gipfelhöhe und 0,54 km darunter nur 0,02. —

Unter den Treibschrauben einer bestimmten „Familie“ mit ähnlicher Flügelprojektion und gleichem Reibungsbeiwert soll für eine unveränderliche Drehzahl und eine bestimmte Geschwindigkeit am Boden die ausgesucht werden, die beste Gipfelhöhe oder Steiggeschwindigkeit gibt. Dazu werden folgende Eigenschaften benutzt: Der Schubbeiwert ist proportional der Steigung selbst und dem Kubus des Durchmessers; der Drehmomentbeiwert läßt sich aus Steigungsverhältnis und Reibungsbeiwert einfach berechnen. Für große Steigung ist der Wirkungsgrad nahezu konstant. Der Schlupf ergibt sich für jede Höhe aus dem Widerstandsbeiwert des Flugzeuges. Und lediglich eine Funktion des Schlupfes ist so zu bestimmen, daß sie möglichst klein wird. Denn der Wirkungsgrad und der Fortschrittsgrad am Boden werden konstant vorausgesetzt. Dabei kann der Anstellwinkel als konstant angesehen werden; dagegen ist bei Steigflügen die Bahnneigung zu berücksichtigen, wodurch der Schlupf steigt. Für das Beispiel (s. oben) gibt eine Tabelle jene Schlupffunktion für Gipfelhöhe und Steigflug. Die besten Schlupfwerte für beide Fälle sind um 0,08 bzw. 0,16 kleiner als der Schlupf für besten Wirkungsgrad.

Bei geringen Steigungen, dem gewöhnlichen Fall für nicht untersetzte Schrauben, wächst der Wirkungsgrad mit der Steigung. Hier ist das Steigungsverhältnis aus der

Zugkraft am Boden zu berechnen. So folgt für das Beispiel wieder eine Tabelle. Hier muß der Schlupf am Boden 0,24 betragen, die Schraube also größere Steigung und kleinere Durchmesser haben als die für den besten Wirkungsgrad am Boden; dafür hat sich der Wirkungsgrad am Boden verbessert, weil das Wirkungsgradmaximum mit dem Steigungsverhältnis wächst; er nimmt freilich mit zunehmender Höhe wieder ab. Dennoch könnte man die Geschwindigkeit ein wenig steigern, freilich auf Kosten der Gipfelhöhe. Besser wäre kleinere Steigung am Boden. Eine Schraube mit 0,039 größerer Steigung und 0,058 kleinerem Durchmesser als die ursprüngliche verbessert Gipfelhöhe und Steigfähigkeit in gleichem Maße. Der Bestwert des Schlupfes wächst mit abnehmender Steigung. Mit 1,5 Steigungsverhältnis würden die Abmessungen zu groß, der Wirkungsgrad wäre dann über 0,8. Untersetzung empfiehlt sich daher nur für langsame Flugzeuge.

EVERLING.

4. Aufbau der Materie.

H. A. Lorentz, A. Einstein, H. Minkowski. Das Relativitätsprinzip. Eine Sammlung von Abhandlungen. Mit Anmerkungen von A. Sommerfeld und Vorwort von O. Blumenthal. 3. Aufl., IV u. 146 S. Leipzig u. Berlin, Verlag von B. G. Teubner, 1920 (Fortschr. d. math. Wiss. in Monogr., herausgeg. von Otto Blumenthal, Heft 2). [S. 946.]

REICHENBACH.

M. Polányi. Über absolute Absättigung der zwischen Atomen und Molekülen wirkenden Anziehungskräften. ZS. f. Elektrochem. **26**, 161—171, 1920. Gilt an einer Stelle des Raumes:

$$F_{AB} < F_A + F_B \quad \text{entsprechend} \quad E_{AB} < E_A + E_B,$$

wobei F_{AB} , F_A und F_B Anziehungskräfte eines Moleküls AB bzw. der Atome A und B sind, ferner E_{AB} , E_A und E_B die entsprechenden Anziehungspotentiale, so ist durch die Entstehung des Moleküls AB eine „absolute“ Absättigung jener Attraktionskräfte F_A und F_B eingetreten. In den Fällen, wo es bisher gelungen ist, interatomare (molekulare) Kräfte auf Additivität zu prüfen, wurde stets das Auftreten absoluter Absättigung beobachtet. Diese Erscheinung ist überhaupt ein allgemeines Kennzeichen der interatomaren Kräfte.

Der Verf. versucht drei Erscheinungsformen durch absolute Absättigung interatomarer (molekularer) Kräfte zu erklären. a) Eine bestimmte Anzahl gleichartiger Atome tritt zu Molekülen zusammen und verliert dadurch die Fähigkeit weiterer Molekülbildung. Diese Erscheinungsart hat man bisher mit der Boltzmannschen Hypothese der empfindlichen Bezirke zu erklären gesucht. Eine Auseinandersetzung mit dieser Hypothese wird vermieden. b) Atome treten zu Molekülen zusammen und büßen dabei einen Teil der „physikalischen“ Attraktionskräfte (Kohäsionskräfte) ein. Diese Erscheinungsweise wurde von van Laar nachgewiesen. c) Die Kohäsionskraft betätigt sich (etwa bei Kondensation, Auflösung usw.), indem sie zur Bildung von Molekül-aggrenaten führt, und es zeigt sich, daß die Summe der Kohäsionskräfte, die aus dem Molekülaggrenat hervorgeht, kleiner ist, als die Summe der Kohäsionskräfte der am Aggregat beteiligten Moleküle im freien Zustande.

Zur Aufklärung der Attraktionskräfte unterwirft der Verf. die nichtadditiven Kraftfelder einer energetischen Behandlung, und zwar nimmt er als Beispiel den Adsorptionsraum eines festen Adsorbens und kommt dann zu dem Ergebnis, daß die Bildungswärme eines Moleküls an verschiedenen Stellen des Adsorptionsraumes verschieden

ausfällt, und zwar je weiter die Atome und die aus ihnen gebildeten Moleküle in den Wirkungsbereich des Adsorbens hineinrücken, um so mehr fällt die Bildungswärme des Moleküls AB unter jenen normalen Wert herab, der außerhalb des Wirkungsbereichs des Adsorbens gilt.

Der Verf. führt den Beweis, daß eine absolute Absättigung von interatomaren (molekularen) Anziehungskräften solchen Kräften zugeschrieben werden muß, die sich durch Anziehung und gegenseitige Orientierung erklären lassen, und er nimmt an, daß mindestens ein Atom heteropolar gebaut sein muß, was zu der Hypothese führt, daß die Anziehungskräfte durch im Atom vorhandene positive und negative Teile hervorgerufen werden. Diese polaren Teile kann man sich als elektrische oder magnetische Pole denken. Die Betätigung von Attraktionskräften, die durch entgegengesetzte Ladung entstehen, führt zu keiner absoluten Absättigung. Schließlich kann man an der Hand des Dipolschemas die Abhängigkeit der Bildungswärme von der räumlichen Lage des Moleküls auch dann klar legen, wenn die verglichenen Lagen im Bereiche eines homogenen Bezirks des interatomaren (molekularen) Feldes liegen. GAISSEB.

O. Stern und M. Volmer. Bemerkungen zum photochemischen Äquivalentgesetz vom Standpunkt der Bohr-Einsteinschen Auffassung der Lichtabsorption. ZS. f. wiss. Photogr. 19, 275—287, 1920. [S. 985.]

V. HALBAN.

Theodore W. Richards and Jitsusaburo Sameshima. The atomic weight of lead from a japanese radioactive mineral. Journ. Amer. Chem. Soc. 42, 928—930, 1920. Verff. bestimmten nach der früher von Richards benutzten Methode das Atomgewicht von Blei, welches von einer kristallinen (Blei und Barium enthaltenden) Ausscheidung einer warmen Quelle in Hokuto auf Formosa stammt. Nach Hayakawa und Nakano (ZS. f. anorg. Chem. 78, 183, 1912) enthält dies Mineraliengemenge Ionium, Radium und Polonium, aber kein Uran; am Blei hatten diese Forscher keine Radioaktivität feststellen können. Falls die Atomgewichte von Silber gleich 107,88 und von Chlor gleich 35,46 gesetzt werden, so ergab sich für das Atomgewicht von gewöhnlichem Blei 207,184 (Mittel aus zwei Bestimmungen) und vom Blei aus Formosa 207,13 (Mittel aus drei Bestimmungen); folglich ist letzteres hauptsächlich gewöhnliches Blei, welches vielleicht nicht über 5 Proz. eines Isotopen von geringerem Atomgewicht enthält.

SWINNE.

L. M. Dennis and R. W. G. Wyckoff. A search for an alkali element of higher atomic weight than cesium. Journ. Amer. Chem. Soc. 42, 985—990, 1920. Nach dem den leeren Platz im periodischen System zwischen Radiumemanation und Radium ausfüllenden Alkalimetall „Ekacäsium“ haben Richards und Archibald (Proc. Amer. Acad. 38, 443, 1903), sowie Baxter (Journ. Amer. Chem. Soc. 37, 286, 1915) durch fraktionierte Kristallisierung von Cäsiumdichlorodid bzw. Cäsiumnitrat vergeblich gesucht. Verff. haben mit negativem Ergebnis 3500 g vom Cäsiummineral Pollux Fraktionierungen zwecks Anreicherung von Ekacäsium unterworfen; von den Fraktionierungsanteilen wurden Bogenspektren im roten, sichtbaren und ultravioletten Licht aufgenommen. Versucht wurde: a) die Fällung der Chloride mit Chlorwasserstoff; b) die Lösung der Perchlorate; c) die Kristallisierung der Sulfate; d) die Lösung der Alaune.

SWINNE.

Ingo W. D. Hackh. A Table of the Radioactive Elements which indicates their Structure. Phil. Mag. (6) 39, 155—157, 1920. Verf. hat in Phys. Rev. 13, 165, 1919 Atombauformeln für die Radioelemente aufgestellt; danach soll eine α -Teilchenaussendung mit dem Übergang zweier „metastatischer“ Elektronen vom äußeren

(Valenz-) Ring zum nächsten inneren und instabilen Ring verknüpft sein, während eine β -Teilchenausstrahlung vom Übergang eines „metastatischen“ Elektrons vom nächsten inneren und instabilen zum äußeren (Valenz-) Ring begleitet wird. Unter Hervorhebung der bekannten Endprodukte der drei Zerfallsreihen (von Uranradium, Uranactinium, Thorium) werden die einzelnen Radioelemente aus dem jeweiligen Endprodukt (u bzw. t), sowie Heliumatomen und Elektronen aufgebaut gedacht, wobei bei den Elektronen die inneren und die Valenzelektronen unterschieden werden; so z. B. Uran I aus $u. \text{He}_8 \text{Es} + 6$, Thor aus $t. \text{He}_6 \text{Es} + 4$, die zugehörigen Pb-Arten aus $u. \text{He}_4 \text{E}_4 + 4$ bzw. $t. \text{He}_4 \text{E}_4 + 4$. Durch Abänderung des bekannten Soddschen Verschiebungsdiagramms der Radioelemente wird eine Darstellung der Verknüpfung von Atomgewicht, Atomnummer, Valenzelektronenzahl, Zahl der „metastatischen“ Elektronen für die einzelnen radioaktiven Reihen gegeben.

SWINNE.

Anna Gabler. Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung, Nr. 126. Über die Ausbeute an aktivem Niederschlag des Radiums im elektrischen Felde. Wien. Anz. 1920, 110—111. Besprechung erfolgt später nach der ausführlichen Veröffentlichung.

MEITNER.

Gerhardt Kirsch. Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung, Nr. 127. Über die Konstanz des Verhältnisses zwischen UX und UY in Uran verschiedener Herkunft. Wien. Anz. 1920, 111. Besprechung erfolgt später nach der ausführlichen Veröffentlichung.

HAHN.

Maria Szeparowicz. Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung, Nr. 128. Untersuchungen über die Verteilung von Radiumemanation in verschiedenen Phasen. Wien. Anz. 1920, 111—112. Besprechung erfolgt später nach der ausführlichen Veröffentlichung.

HAHN.

Adolf Smekal. Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung, Nr. 129. Über die Dimensionen der α -Partikel und die Abweichungen vom Coulombschen Gesetze in großer Nähe elektrischer Ladungen. Wien. Anz. 1920, 112—113. Besprechung erfolgt später nach der ausführlichen Veröffentlichung.

MEITNER.

Stefan Meyer. Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung, Nr. 130. Zur Kenntnis der Zerfallskonstante des Actiniums und des Abzweignungsverhältnisses der Actiniumreihe. Wien. Anz. 1920, 133. Die Halbierungszeit des Actiniums wird mit rund $16\frac{1}{2}$ Jahren, das Abzweignungsverhältnis der Actiniumfamilie aus der Uran-Radiumfamilie mit 4 Proz. gefunden.

SCHEEL.

Ottomar Nürnberger. Die Bestimmung der Radioaktivität von Quellwässern. Phys. ZS. 21, 198—203, 1920. Die vorliegende, nach dem im Kriege erfolgten Tode des Verf. von G. Jaffé herausgegebene Arbeit beschäftigt sich mit einer experimentellen Prüfung der Brauchbarkeit der üblichen fontaktometrischen Methoden; außerdem benutzte der Verf. mit Erfolg ein der H. Mache-St. Meyerschen Fontaktometerkanne nachgebildetes Meßgefäß in Verbindung mit einem aufrecht gestellten Wulfschen Zweifaden-Elektrometer. Die Messungen sofort oder 10 Minuten nach der Verteilung der Emanation geben, wie bekannt, ungenaue Resultate. Von den Tabellen, die den Anstieg der Gesamtaktivität entsprechend der Nachbildung von Ra A—Ra C wiedergeben, sind die von W. Duane die besten. Der maximale Stromwert wird häufig nicht erst 3 Stunden nach der Verteilung, sondern früher gefunden, was sich durch Lenardeffekt u. a. erklären läßt. Die Angabe von Mache und St. Meyer, wonach bei 15-Liter-Gefäßen 49 Proz. der Maximalaktivität auf reine Wirkung der Emanation beruhen, wurde bestätigt.

V. F. HESS.

Fernando Sanford. Some Nuclear Changes Calculated for *L*-Radiation. Abstract of a paper presented at the Washington meeting of the American Physical Society, April 25 and 26, 1919. Phys. Rev. **14**, 177—178, 1919. [S. 977.] SWINNE.

Fernando Sanford. Formula for the Wave-Lengths of *M*-Radiation. Abstract of a paper presented at the Pasadena meeting of the American Physical Society, June 19, 1919. Phys. Rev. (2) **14**, 275—276, 1919. [S. 977.] SWINNE.

Léon Schames. Vorläufige Notiz über eine alle Aggregatzustände umfassende Zustandsgleichung und das Wirkungsgesetz der Moleküle. ZS. f. Phys. **1**, 376—384, 1920. [S. 998.] SCHAMES.

F. Rinne. Heutige Anschauungen vom Bau der Kristalle. Umschau **24**, 373—376, 1920. SCHEEL.

L. Vegard. Nye resultater vedrørende krystalanalyse ved Røntgenstraaler. Forhandling Kristiania 1918, Nr. 1, 16 S. [S. 978.] GAISSE.

J. Perrin. On Newton's Rings and the Colour of Thin Films. The Optician **58**, 115—117, 168—169, 1919. [S. 973.] SCHULZ.

5. Elektrizität und Magnetismus.

H. A. Lorentz, A. Einstein, H. Minkowski. Das Relativitätsprinzip. Eine Sammlung von Abhandlungen. Mit Anmerkungen von A. Sommerfeld und Vorwort von O. Blumenthal. 3. Aufl. IV u. 146 S. Leipzig u. Berlin, Verlag von B. G. Teubner, 1920. (Fortschr. d. math. Wiss. in Monogr., herausgegeben von Otto Blumenthal, H. 2.) [S. 946.] REICHENBACH.

Otto A. Knopp. New Current Balance for Calibration Work. Electr. World **75**, 993—996, 1920. WESTPHAL.

Karl F. Lindman. Zur Frage nach der Existenz wahrer Pyroelektrizität. Ann. d. Phys. (4) **62**, 107—112, 1920. Daß der größte Teil der pyroelektrischen Erregung beim Turmalin auf Piezoelektrizität, d. h. auf die durch die Erwärmung hervorgerufene Deformation zurückzuführen ist, steht fest. Wie groß der verbleibende Rest ist, der also der „wahren Pyroelektrizität“ zuzuschreiben wäre, ist noch unsicher und hängt davon ab, welche Werte für die Dilatationskoeffizienten des Turmalins in die von Riecke und Voigt (1892) abgeleiteten Formeln eingesetzt werden. Riecke und Voigt selbst fanden mit den Koeffizienten von Pfaff die beobachteten pyroelektrischen Konstanten um 10 Proz., Voigt (1898) mit verbesserten Koeffizienten von Pulfrich und Kellner um etwa 19 Proz. größer als die aus der Deformation berechneten, während Röntgen (1914) sie sogar um etwa 4 Proz. kleiner fand. Der Verf. zeigt nun, daß die von Voigt benutzten Pulfrich-Kellnerschen Dilatationskoeffizienten etwas zu klein sind. Neue Versuche an demselben Turmalinkristall ergeben für die thermische Ausdehnung:

$$\begin{aligned} \perp \text{ zur Achse} & \dots a_1 = (3,583 + 0,008\ 98\ t) \cdot 10^{-6}, \\ \parallel \text{ „ „ } & \dots a_3 = (8,624 + 0,011\ 25\ t) \cdot 10^{-6}. \end{aligned}$$

Mit diesen Werten bleibt für den Rest an wahrer Pyroelektrizität nur noch ein Betrag von etwa 12 Proz. (statt 19 Proz.). In Anbetracht der möglichen (auch systematischen)

Fehler erscheint hiernach die Behauptung gerechtfertigt, daß es gegenwärtig keinen experimentellen Beweis für die Existenz wahrer Pyroelektrizität gibt. Röntgens Untersuchung scheint sogar die Nichtexistenz dieser Elektrizität recht genau bewiesen zu haben.

HOFFMANN.

I. Traube. Über Balloelektrizität, Molekularkräfte und elektrische Kräfte. Ann. d. Phys. (4) 62, 165—172, 1920. Verf. gibt zunächst einen kurzen Überblick über Christiansens Untersuchungen (Ann. 40, 107 u. 233, 1913 und 51, 530, 1916). Er betrachtet sie von einem einheitlichen Gesichtspunkt, indem er die balloelektrische Ladung in Beziehung setzt zu der Oberflächenaktivität der Lösung, d. i. der Einfluß, den die Stoffe auf die Oberflächenspannung des Lösungsmittels (Wasser) ausüben. Die aballischen Stoffe, welche keinen Einfluß auf die Balloelektrizität ausüben, fallen mit den oberflächeninaktiven, die kata- und anaballischen, welche positive bzw. negative Ladungen erteilen, mit den oberflächenaktiven Stoffen zusammen. Den Zusammenhang zwischen Balloelektrizität und Oberflächenspannung zeigt beispielsweise folgende Tabelle:

	Balloelektrische Ladung Volt	Oberflächen- spannung bei 15° C mg/mm
Wasser	—	7,295
Salzsäure		7,28
Salpetersäure	aballisch	7,27
Schwefelsäure		7,30
Citronensäure		7,26
Weinsäure		7,28
Glykolsäure	—0,05	7,24
Oxalsäure	—0,1	7,24
Äpfelsäure	—0,1	7,17
Ameisensäure	+0,1	7,14
Malonsäure	—0,2	7,07
Bernsteinsäure	0,25	6,89
Essigsäure	0,5	6,81
Propionsäure	1,65	6,13
Buttersäure	2,85	4,89

Die Ergebnisse stehen im Einklange mit der Doppelschichttheorie von Lenard (Sitzungsber. d. Heidelb. Akad. d. Wiss. 1914, 27., 28. u. 29. Abhandl.), so daß Verf. schließt, daß „die Molekularkräfte, und zwar nicht nur diejenigen, welche die Elektrolyte mit dem Wasser verbinden, sondern auch diejenigen, welche zwischen Nichtleitern und Wasser bestehen, elektrischer Natur sind“. Endlich verweist Verf. auf Langmuirs Arbeiten und seine eigenen früheren Untersuchungen, welche ebenfalls für den elektrischen Ursprung der Molekularkräfte und Affinitätskräfte sprechen.

R. JAEGER.

K. A. Hofmann. Die elektromotorische Wirksamkeit von Kohlenoxyd. (Dritte Mitteilung.) Chem. Ber. 53, 914—921, 1920.

SCHEEL.

Harry F. Geist. The Cause of Static Phenomena on Ignition Cables. Automotive Industries 42, 804, 1920. Der Zündfunke von Verpuffungsmaschinen kann nach dem Überspringen statische Ladungen zurücklassen oder benachbarte Stromkreise, vor

allein die parallel verlegten Zündkabel, bei mehrzylindrigen Motoren induzieren. Aus der üblichen Anordnung der Zündmagnete, Primärspule mit Kondensator und Unterbrecher, Sekundärspule mit Kollektor, Verteiler, Zündkabel in „geerdetem“ Rohr, Zündkerzen und Rückleitung durch die „Erde“, die durch den Motorkörper gebildet wird, geht hervor, daß das Nebeneinanderliegen einer geschlossenen mit mehreren offenen Leitungen Störungen gibt. Eine Kurve zeigt den Spannungsverlauf: Ansteigen bis zur Überschlagspannung, Funkenschwingungen, Aussetzen des Funkens nach 0,003 bis 0,005 Sek. mit Spannungsanstieg und -abfall. Beim Schließen des Primärunterbrechers treten während einer Zeit gleich der doppelten Funkendauer kleine Schwingungen und damit weitere Spitzen in der Spannungskurve des Sekundärkreises auf. Gegen die Ansammlung elektrischer Ladungen und gegen Induktionswirkungen während ihrer Ausbildung gibt es keinen Schutz. Wie lange sie sich halten, hängt von der Güte der Isolation ab. Weiter wird gezeigt, wie die Nähe der Rückleitung, z. B. eines geerdeten Rohres um die Kabel, den Kraftlinienverlauf und damit die Induktion in einem Falle auf $\frac{1}{4}$ vermindert. Nach den Erfahrungen des Verf. stören diese Einflüsse den Motor nicht regelmäßig, am wenigsten bei feuchter Luft. Die Ladungen können sich infolge der wechselnden Polarität aufeinanderfolgender Zündfunken verstärken, dann entsteht Frühzündung, oder schwächen, dann bleibt eine Zündung aus. Lange Kabel können ferner wegen ihrer großen Kapazität zur Überanstrengung der Zündmagnete oder der Batterie führen. Mit einem Schraubenzieher kann man längere Funken erzielen, oder aber, wenn man ihn nur an die innere Kerzenspitze bringt, statische Ladungen erkennen.

EVERLING.

Eine neue Vorrichtung zum Konstanthalten der Temperatur der freien Enden von Thermoelementen. ZS. f. Metallkunde 12, 143—144, 1920. [S. 997.]

HOFFMANN.

W. W. Coblentz and H. Kahler. The spectral photoelectric sensitivity on Molybdenite as a function of the applied voltage. Abstract of a paper presented at the Philadelphia meeting of the American Physical Society, October 11, 1919. Phys. Rev. (2) 14, 534—536, 1919. [S. 981.]

PRINGSHEIM.

Torsten Swensson. Lichtelektrische Untersuchungen an Salzlösungen. Arkiv för Kemi, Min. och Geol. 7, Nr. 19, 142 S., 1919. [S. 981.]

PRINGSHEIM.

H. C. Rentschler. Resonance and ionization potentials for electrons in the monatomic gases argon, neon and helium. Phys. Rev. (2) 13, 297—298; 14, 503—515, 1920. Die Untersuchung ist nach dem üblichen Verfahren ausgeführt. Im Argon findet der Verf. 12 Volt als Resonanzpotential und 17 Volt als Ionisierungsspannung. Die Ionisierungsspannungen von Neon und Helium werden nicht genau bestimmt, liegen aber höher als bei anderen Autoren. Merkwürdigerweise und in starkem Widerspruch mit anderen Autoren findet der Verf. bei Helium und Neon überhaupt keine Resonanzpotentiale.

FRANCK.

F. L. Mohler, Paul D. Foote and H. F. Stimson. Ionization and Resonance Potentials for Electrons in Vapors of Lead and Calcium. Abstract of a paper presented at the Philadelphia meeting of the American Physical Society, October 11, 1919. Phys. Rev. (2) 14, 534, 1920. Die Messungen wurden ausgeführt mit Apparaturen, die schon verschiedentlich von den Verff. und anderen beschrieben sind. Das Blei und das Calcium wurden in Porzellanröhren auf etwa 1000° C erhitzt. Bei Blei liegt das Resonanzpotential experimentell bei 1,26 Volt; nach der Beziehung $Ve = h\nu$ deutet das auf die starke ultrarote Linie 10291 Å.-E. hin, die zu dem theoretischen Resonanzpotential von 1,198 Volt führt. Die Ionisierungsspannung beträgt 7,93 Volt. Bei Calcium gibt es zwei Resonanz-

potentiale, experimentell bei 1,90 und 2,85 Volt gelegen, während aus den Linien $1,5 S - 2 p_2$ und $1,5 S - 2 P$ sich 1,877 Volt und 2,918 Volt berechnet. Die Ionisierungsspannung wird bei 6,01 Volt gefunden, während die Seriengrenze $1,5 S$, entsprechend 2027 Å.-E., den Wert 6,081 Volt berechnen läßt.

FRANCK.

E. M. Wellisch. The Motion of Ions and Electrons through Gases. Sill. Journ. (4) 43, 1—32, 1917. In dieser ausführlichen Arbeit wird das Problem der Ionenbeweglichkeit in Gasen und Dämpfen experimentell und theoretisch behandelt. Das experimentelle Verfahren bestand in einer Untersuchung der Ionenbeweglichkeit nach dem Verfahren von Franck und Pohl (modifiziertes Wechselstromverfahren) bis zu tiefen Drucken hin. Dabei ergab sich für positive Ionen eine strenge Proportionalität der Beweglichkeit mit $1/P$ ($P = \text{Druck}$). Für die negativen Ionen ergab sich in allen Gasen die gleiche Proportionalität. Da außer den normalen negativen Ionen noch Elektronen mit viel größerer Geschwindigkeit auftreten, muß besonders auf die gesonderte Betrachtung der Wirkungen dieser beiden Trägersorten geachtet werden. Die Zahl der Elektronen nimmt mit abnehmendem Druck in Luft, CO_2 und H_2 zu. Bei höheren Drucken ist die Zahl der freien Elektronen äußerst abhängig von Verunreinigungen des Gases, bei niederen Drucken wesentlich weniger. Der Verf. vertritt die Ansicht, daß die Bildung negativer Ionen durch das Zusammentreten von Elektronen und Gasmolekülen nur eintritt, wenn die Elektronen mit einer kinetischen Energie auf die Moleküle auftreffen, die größer ist als die der Wärmebewegung bei normaler Temperatur. In Petroläther (Gemisch von Pentan und Hexan) sind anfangs nur freie Elektronen vorhanden, durch den Ionisationsprozeß wird jedoch das Gas zersetzt und die Zersetzungsprodukte bilden negative Ionen, so daß die Zahl der beobachteten Elektronen sehr schnell mit der Zeit abnimmt. Die Beweglichkeit der Elektronen im Gas ist nicht proportional der Feldstärke, sondern zum mindesten über eine große Strecke hin beschleunigt. Dies Resultat wird im Sinne der Beobachtungen über elastische und halbelastische Zusammenstöße der Elektronen mit den Gasmolekülen gedeutet. Ferner werden die Beweglichkeiten in den Dämpfen von Äthyläther und Alkohol und SO_2 und Methyljodid bestimmt. Die erhaltenen Werte liegen zwischen 0,2 cm/sec für 1 Volt/cm und 0,4 cm/sec bezogen auf Atmosphärendruck.

FRANCK.

R. Seeliger und G. Mierdel. Anregung der Atome zur Lichtemission durch Elektronenstoß. I. Experimentelle Bestimmung der Anregungsfunktion. ZS. f. Phys. 1, 355—364, 1920. [S. 979.]

LADENBURG.

Kr. Birkeland. On the solar corpuscle rays that penetrate into the earth's atmosphere negative or positive rays? Skrifter Kristiania, Mat.-Nat. Klasse, 1916, Nr. 1, 27 S. Im Gegensatz zu Vegard und anderen wird an der Ansicht festgehalten, daß die Nordlichter nicht durch positive, sondern negative von der Sonne kommende elektrische Strahlen: „Heliokathodenstrahlen“, verursacht werden, schon darum, weil die Hauptzeit für die Nordlichter am Abend ist, während für positive Strahlen der Morgen zu erwarten wäre. Es wird experimentell gezeigt, daß eine magnetische Kugel, die als Kathode dient, von einer leuchtenden Scheibe in der Ebene des magnetischen Äquators umgeben ist, in welcher die von der Kugel ausgehenden Kathodenstrahlen zusammengedrängt werden. Dieses ist das Analogon zum Zodiakallicht, in dem die an den verschiedenen Stellen der Sonne (Sonnenflecken) ausgehenden Heliokathodenstrahlen durch das Magnetfeld der Sonne selbst zusammengedrängt werden müssen. Die in die Nähe der Erde gelangenden Korpuskularstrahlen werden, wie in früheren Arbeiten ausgeführt, durch das terrestrische Magnetfeld abgelenkt und „aufgewickelt“, so daß sie nur in gewissen Breiten (in der Nähe der Pole) in größere

Nähe der Erde gelangen können. Aus der magnetischen Feldstärke H und dem Krümmungsradius ρ der abgelenkten Elektronen erhält man: $H \cdot \rho = \frac{m \cdot v}{e} = 3 \cdot 10^6$.

Indem man die Zahl n der Elektronen aus der Stromstärke $i = e \cdot n$ berechnet, die nötig ist, um einen „magnetischen Sturm“ von gemessener Intensität zu verursachen, findet man die dabei aufgewandte Energie von der Größenordnung 10^{28} erg/sec, während z. B. die ganze von der Sonne auf die Erde als Licht- und Wärmestrahlung übertragene Energie nur von der Größenordnung 10^{24} erg/sec t ist, so daß also die totale, in der Form der Korpuskularstrahlung die Sonne verlassende Energie viel größer sein kann als ihre Wärmestrahlung. Die Distanz, bis zu welcher die magnetisch abgelenkten Strahlen sich der Erde nähern, ehe sie sie wieder verlassen, hängt von ihrer Härte ab; wäre die letztere nur um eine Zehnerpotenz größer, so würden die Strahlen so tief in die Atmosphäre eindringen, daß sie in ihr ganz absorbiert würden und so eine außerordentliche Erhöhung der Temperatur herbeiführen — vor allem in der „Nordlichtzone“, d. h. in hohen Breiten. Möglicherweise läßt sich durch solche Schwankungen in der Härte der Heliokathodenstrahlen bzw. in der Magnetisierung der Sonne selbst die Veränderung des Klimas in verschiedenen Erdperioden, insbesondere die tropische Temperatur erklären, die während der Tertiärzeit in der Nähe der Pole geherrscht zu haben scheint.

PETER PRINGSHEIM.

L. Vegard. Nordlichtuntersuchungen. Skrifter Kristiania, Mat.-Nat. Kl., 1916, Nr. 13, 102 S. Bericht über eine Expedition nach Finmarken 1912 bis 1913. Zur Aufnahme der Nordlichtspektren diente ein lichtstarker Spektrograph nach Zenneck. Die Expositionsdauer betrug eine Nacht bis zu einem ganzen Monat; die Platten wurden mit einem Kochschen Photometer ausphotometriert; neben der bekannten grünen Nordlichtlinie $\lambda = 5571 \text{ \AA.-E.}$ wurden noch eine Anzahl schwächerer Linien im Blau und Violett bestimmt, von denen die kräftigste bei 4278 \AA.-E. liegt; das ganze Spektrum besteht aus den Linien: 5571,3, 4708,2, 4651,2, 4278,0, 4236,3, 4200,9, 3914,4.

Es folgt ein Tagebuch über 36 Nordlichtbeobachtungen vom 11. Oktober 1912 bis 4. Januar 1913 und hieran schließt sich eine ausführliche Diskussion über die Formen, die täglichen Variationen, die mittleren Höhen und andere Eigenschaften der Nordlichter, im wesentlichen mit dem Ziel, zu beweisen, daß die erregende kosmische Strahlung aus positiv geladenen Elektrizitätsträgern (α -Teilchen) besteht. Von einem weiteren Eingehen hierauf kann abgesehen werden, da Vegard später seinen Standpunkt aufgegeben hat und nun auch Kathodenstrahlen als die Erregungsursache der Nordlichter anzusehen geneigt ist (vgl. das folgende Referat).

PETER PRINGSHEIM.

L. Vegard and O. Krogness. The position in space of the aurora polaris. Geofysiske Publikationer 1, Nr. 1, VII u. 172 S., Kristiania 1920. Berichte über die 1913/14 vom Halde-Observatorium aus angestellten Beobachtungen. Die Parallaxenmessungen zur Höhenbestimmung der Nordlichter werden durch gleichzeitige photographische Aufnahmen von zwei, in manchen Fällen auch drei Punkten ausgeführt, deren gegenseitiger Abstand als Basislänge bekannt ist; die geographische Breite der Punkte war in allen Fällen angenähert 70° Nord, die Basislänge wechselte zwischen 13 und 40 km; auf jeder Platte befinden sich mindestens zwei Sterne, deren Stellung es ermöglicht, die Platten zur Deckung zu bringen, und deren gegenseitiger gegebener Abstand im Bogenmaß die Berechnung des Parallaxenwinkels für jeden Punkt der Nordlichter, der auf beiden Aufnahmen erkennbar ist, gestattet; ebenso läßt sich dann weiter die senkrechte Entfernung eines solchen Punktes vom Meeresniveau bestimmen. Zur

Auswertung der Photogramme werden einfache graphische Methoden verwandt. Es folgen dann auf 50 Seiten die vollständigen Tabellen der 434 Aufnahmen, die meistens für mehrere Punkte des unteren und des oberen Randes, zuweilen auch noch einige Punkte aus der Mitte des betreffenden Nordlichtes die ausgerechneten Werte enthalten. Die untere Kante der Nordlichter liegt stets in einer Höhe zwischen 73 und 166 km über dem Meeresniveau, in den meisten Fällen (94 Proz.) zwischen 90 und 128 km, mit dem Mittelwert: 107,94 km. Doch existieren zwei deutliche Häufungsstellen bei 100 km und bei 106 km, sowohl für die Gesamtzahl der Beobachtungen, als wenn man sie nach den Beobachtungsorten oder nach den Formen (Draperien, Bogen, diffuse Bogen) ordnet; möglicherweise erklärt sich dies dadurch, daß die von der Sonne kommenden Korpuskularstrahlen, durch welche die Nordlichter verursacht werden, aus zwei Gruppen mit wohldefinierter ungleicher Durchdringungsfähigkeit zusammengesetzt sind. Die obere Grenze der Nordlichter ist weniger genau zu bestimmen, da sie ganz unscharf ist, doch läßt sich die Lichterscheinung sicher manchmal bis zu einer Höhe von 335 km verfolgen, während sie manchmal (vor allem in diffusen Bögen) nur bis zu etwa 140 km zu reichen scheint. Der untere Rand einer einzelnen Draperie bzw. eines Bogens verläuft im allgemeinen in konstanter Höhe, d. h. parallel dem Meeresniveau, so daß also die eine solche Draperie erzeugenden Strahlen homogen sein dürften.

In horizontaler Richtung verlaufen die Nordlichter im allgemeinen tangential zum magnetischen Parallelkreis, aber nicht genau, sondern so, daß das westliche Ende etwa 10° nördlich gegen den Parallelkreis weist, dabei sind noch tägliche Variationen zu beobachten. Diese Ergebnisse sind in Übereinstimmung mit der Annahme, daß die erregenden Strahlen negativ geladen sind. Falls die Draperien „strahlenförmig“ sind, verläuft die Richtung der einzelnen Strahlen angenähert (nicht genau) parallel zu den magnetischen Kraftlinien des Erdfeldes, so daß ihr Schnittpunkt in der Nähe, doch etwas unterhalb des magnetischen Zenits liegt — ein theoretischer Grund für diese Abweichung kann noch nicht gegeben werden. Die Helligkeitsverteilung innerhalb eines Nordlichtes zeigt von oben nach unten eine sehr allmähliche Zunahme, dann ein scharf ausgeprägtes Maximum und einen äußerst raschen Abfall, so daß unten eine scharf begrenzte Kante erscheint. Falls die Korpuskularstrahlen beim Eintritt in die Atmosphäre ungefähr parallel den magnetischen Kraftlinien verlaufen, werden sie dort wenig abgelenkt und erleiden auf ihrer geradlinigen Bahn pro Längeneinheit wenige Zusammenstöße; in größerer Erdnähe sind die magnetischen Kraftlinien konvergent, das zu ihnen nicht mehr parallele Strahlenbündel wird um die Kraftlinien aufgewickelt und muß daher auf einer in der Fortschrittingsrichtung kurzen Strecke immer mehr Zusammenstöße durchmachen, eventuell muß sogar die Fortschrittingsrichtung sich schließlich umkehren, was dann die vollkommen scharfe untere Begrenzung des Nordlichtes zur Folge hat. Aus dem Durchmesser des Querschnittes durch einen einzelnen Nordlichtstrahl, der gleich dem doppelten Krümmungsradius ϱ der magnetischen Aufwicklungsspirale gesetzt wird, und aus der Intensität des magnetischen Feldes berechnet sich für die fraglichen elektrischen Strahlen

$$H \cdot \varrho = \frac{m \cdot v}{e} < 10^4; \text{ positive Strahlen von solcher magnetischer Ablenkbarkeit wären}$$

viel zu weich, um so tief in die Atmosphäre einzudringen, es müssen also im Gegensatz zu dem früher von Vegard vertretenen Standpunkte doch Kathodenstrahlen, die von der Sonne herkommen, als Ursache der Nordlichter angesehen werden. Die 27 tägige Häufigkeitsperiode der Nordlichter, die mit der Periode der magnetischen Stürme und der Sonnenrotation parallel geht, wird wieder bestätigt. Zum Schluß wird noch der merkwürdige Farbenumschlag von grünlich nach weinrot erwähnt, der nicht nur

häufig an verschiedenen Teilen eines Nordlichtes gleichzeitig, sondern zuweilen auch an einem ganzen Nordlicht zeitlich nacheinander zu beobachten ist, ohne daß dabei die Form des Nordlichtes sich merklich ändert.

PETER PRINGSHEIM.

Adolf Smekal. Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung, Nr. 129. Über die Dimensionen der α -Partikel und die Abweichungen vom Coulombschen Gesetze in großer Nähe elektrischer Ladungen. Wien. Anz. 1920, 112—113. [S. 958.] MEITNER.

W. Hammer. Über einen Ionenbildenden Effekt in den obersten Schichten der Atmosphäre. Phys. ZS. 21, 218—219, 1920. Aus Untersuchungen über ungeladene Kanalstrahlen geht hervor, daß auch bei diesen Stoßionisation eintritt, wenn z. B. in Wasserstoff ein Molekül dieselbe Bewegungsenergie hat, wie ein H-Ion nach 6 Volt frei durchlaufener Spannung (dies entspräche bei einem H-Molekül einer Geschwindigkeit von 25 km/sec). Wenn man annimmt, daß der Weltenraum nicht absolut frei von Materie ist, sondern auch Gase in extremster Verdünnung enthält (Drucke von 10^{-15} Atmosphären würden noch keine astronomisch fühlbare Bremsung der Planetenbewegung ergeben), so würde die Erde auf ihrer Bahn mit einer Geschwindigkeit von 29 km/sec auf diese vereinzelt Gasteilchen treffen und da diese Relativgeschwindigkeit für H-Moleküle ausreichend ist, eine Ionisation von 10^4 bis 10^6 Ionenpaare pro Kubikzentimeter und Sekunde erzeugen. Das ergäbe für jeden Quadratzentimeter des voraneilenden Teils der Erdatmosphäre etwa 10^{11} Ionenpaare: eine solche Ionisation müßte in den obersten Schichten aller auf einen gleichen Meridian liegenden Orte um 6 Uhr Ortszeit eintreten. Verf. teilt diese Idee mit, um die Forscher, welche über entsprechendes Beobachtungsmaterial, über luftelektrische Störungen u. dgl. verfügen, zu einer Prüfung dieser Hypothese anzuregen.

Da die kinetische Energie eines mit 29 km/sec bewegten Moleküls einer mittleren Energie der Moleküle eines Gases bei 50 000° entspricht, wäre auch die Möglichkeit chemischer Reaktionen durch diesen Stoßvorgang in Betracht zu ziehen. Verf. meint, daß die Stickstoffverbindungen, die mit den Niederschlägen zur Erde geführt werden, vielleicht solchen Ursachen entspringen.

V. F. HESS.

Kôtarô Honda and Hiromu Takagi. On the Cause of Irreversibility of Nickel Steels. S.-A. Sc. Rep. Tôhoku Imp. Univ. 6, 321—340, 1918. Die Verf. versuchen, die eigentümliche Erscheinung der Irreversibilität in der Magnetisierbarkeit gewisser Nickelstähle mit etwa 25 bis 28 Proz. Ni ohne die gewöhnliche Annahme von der Bildung bestimmter chemischer Verbindungen zu erklären. Sie gehen aus von dem (allerdings durch Versuche von Gans neuerdings nicht bestätigten) Gesetz von Tammann, daß durch Lösung einer magnetischen Substanz in unmagnetischem Lösungsmittel auch die erstere die Magnetisierbarkeit verliert; infolgedessen ist oberhalb der Löslichkeitsgrenze des Nickels im unmagnetischen γ -Eisen auch das darin gelöste Ni unmagnetisch und bleibt es auch, wenn mit wachsendem Nickelgehalt der Umwandlungspunkt A_{r_2} bis auf Zimmertemperatur und darunter sinkt, da durch den Zusatz einer nicht magnetischen Substanz, nämlich des γ -Eisens, der Umwandlungspunkt einer ferromagnetischen Substanz, nämlich des Nickels, das mit dem γ -Eisen eine feste Lösung bildet, erniedrigt wird. Für die hochprozentigen Nickellegierungen aber gilt, daß durch den Zusatz einer ferromagnetischen Substanz mit höherem Umwandlungspunkt (Eisen) der niedrigere Umwandlungspunkt des Nickels erhöht wird. In ähnlicher Weise lassen sich auch die noch übrig bleibenden Teile des von den Verf. nochmals genau aufgenommenen Diagramms der Eisen-Nickellegierungen ohne Zuhilfenahme von noch unerwiesenen Verbindungen erklären.

Im allgemeinen gelten nur die Legierungen bis zu 35 Proz. Ni als irreversibel; dies kommt aber nach Ansicht der Verff. nur daher, daß die höheren Legierungen noch nicht weit genug abgekühlt wurden; eine Temperatur von -190° reicht noch nicht aus; auf Grund des Diagramms sollten die Legierungen bis zu 70 Proz. Ni irreversibel sein, wenn sie hinreichend tief abgekühlt würden.

Die bekannte eigentümliche Erscheinung, daß das Invar, eine Eisenlegierung mit 35 Proz. Ni, praktisch keine thermische Ausdehnung besitzt, rührt daher, daß bei diesen Legierungen die Temperatur der Umwandlung A_3 , welche ein Minimum der thermischen Ausdehnung aufweist, mit der Zimmertemperatur zusammenfällt; das Vorhandensein der von Guillaume angenommenen Verbindung Fe_2Ni ist daher auch zur Erklärung dieser Erscheinung nicht notwendig.

Die von Weiss und Foëx (Arch. d. Sc. **31**, 5, 89, 1911) auf Grund von magnetischen Messungen oberhalb des Umwandlungspunktes A_2 gefundene Erscheinung, daß die Werte der Curieschen Konstanten für die Nickelstahllegierungen in Abhängigkeit vom Nickelgehalt sich auf zwei Geraden anordnen, deren Schnittpunkt bei 35 Proz. Ni liegt, also der Verbindung Fe_2Ni entspricht, finden die Verff. nicht bestätigt; sie erhalten hierfür vielmehr eine glatte Kurve, die mit steigendem Nickelgehalt anfangs rascher, dann immer langsamer abnimmt, um bei etwa 30 Proz. Ni in eine nahezu gerade Linie überzugehen.

GÜMLICH.

Carl Barus. The torsional magnetic energy absorption of an iron conductor. Proc. Nat. Acad. **6**, 59—63, 1920. Über die von einem kreisförmigen magnetischen Felde hervorgebrachte Torsionswirkung liegen bisher nur ziemlich unsichere Daten vor; der Verf. untersucht diese Wirkung genauer mit Hilfe der Verschiebung von Interferenzstreifen an einem 55 cm langen und 0,875 cm dicken Stahlrohr von 0,076 cm Wandstärke, das am unteren Ende eingeklemmt war, am oberen außer einem zur Interferenzanordnung gehörigen Spiegel noch die zu einem Quecksilbernäpf führende Zuleitung des elektrischen Stromes trug, die beim Durchfließen des Rohres das kreisförmige Feld hervorbrachte. Unterhalb von 3 A konnte eine Wirkung nicht beobachtet werden; für 10 A ergab sich eine Verschiebung von 0,00031 cm, für 20 A eine solche von 0,00065 cm. Hieraus berechnet sich die Torsionskraft T für 10 bzw. 20 A zu 1,03 bzw. $2,16 \times 10^6$, die dazu notwendige Energie pro ccm zu 0,10 bzw. 0,43. GÜMLICH.

M. Polányi. Über absolute Absättigung der zwischen Atomen und Molekülen wirkenden Anziehungskräfte. ZS. f. Elektrochem. **26**, 161—171, 1920. [S. 956.] GATISSER.

K. Zickler. Die Berechnung des Wechselstromwiderstandes von massiven Eisenleitern beliebiger Querschnittsform. Elektrot. u. Maschinenb. **38**, 165—170, 1920. In einer früheren Untersuchung des Verf. über die Berechnung des Wechselstromwiderstandes von Eisenleitern mit kreisförmigem Querschnitt (Elektrot. u. Maschinenb. **37**, 449, 1919; Ref. diese Ber. S. 339) werden Formeln angegeben, welche die Widerstandserhöhung genannter Leiter in Abhängigkeit von Stromstärke und Frequenz zahlenmäßig zu berechnen gestatten. In der vorliegenden Arbeit erweitert der Verf. das Anwendungsgebiet dieser Formeln auf Eisenleiter beliebiger Querschnittsform. Die Prüfung der erhaltenen Beziehungen erfolgt mit Hilfe von experimentell ermittelten Angaben einer Arbeit von Kennelly, Achard und Dana (Experimentelle Untersuchungen über den Skineffekt in Stahlschienen, Journ. Frankl. Inst. **182**, 1916). Die mit Hilfe der erweiterten Gleichungen berechneten Kurven für die Widerstandserhöhung von Fahrschienen (sowie von Stahlrohren und anderen stählernen Leitern) mit wachsendem Strom (100—800 Amp.) bei verschiedenen Frequenzen (25 und 60 sec $^{-1}$)

stimmen mit den entsprechenden, experimentell ermittelten Kurven der amerikanischen Arbeit in praktisch brauchbarer Weise überein.

Unter Benutzung der erhaltenen Beziehungen werden weiter für den Wechselstromwiderstand selbst sowie für die Selbstinduktion ferromagnetischer Leiter Formeln abgeleitet, deren Gültigkeit wiederum an den experimentellen Ergebnissen der Arbeit von Kennelly, Achard und Dana geprüft wird. Auch hier ergibt sich gute Übereinstimmung. — Endlich wird eine kritische Besprechung der von Truxa (Arch. f. Elektrot. 8, 137, 1919) abgeleiteten Gleichung zur Berechnung des Wechselstromwiderstandes von Eisenleitern gegeben. Die Prüfung der Truxaschen Gleichung an Messungen von Hilpert und Schleicher (Arch. f. Elektrot. 7, 144, 1918/19) ergibt große Differenzen zwischen Berechnung und Beobachtung, während die Gleichung des Verf. den beobachteten Kurvenverlauf mit relativ großer Genauigkeit wiedergibt. ZICKNER.

Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H., Berlin. Bemerkung zu der Notiz von E. Nesper und P. Floch „Universalröhreninstrumentarium“. Phys. ZS. 21, 223, 1920. Es wird darauf hingewiesen, daß es sich bei den verwendeten Röhren nicht um Gas-, sondern um Hochvakuumröhren handelte und die angegebenen Schaltungen von Telefunken entwickelt wurden. R. JAEGER.

E. Nesper und P. Floch. Erwiderung zu der Bemerkung von Telefunken. Phys. ZS. 21, 223, 1920. Verff. betonen, daß sowohl Hochvakuum- wie Gasröhren in ihrer Apparatur benutzt werden können, ferner, daß wegen der verwickelten patentrechtlichen Lage auf die Priorität der Schaltungen nicht näher eingegangen werden kann, dieselben aber zum Teil wenigstens sicher nicht von Telefunken stammen. R. JAEGER.

C. W. Kollatz. Ein Telefunkenapparat für drahtlose Eisenbahnsignale. ZS. f. Feinmech. 28, 79—81, 1920. SCHEEL.

Artur Korn. Über die Verwendung der Lichtempfindlichkeit des Sels für die Photometrie und die Bildtelegraphie. Dingers Journ. Festschrift z. 100 jähr. Bestehen, 34—35, 1920. SCHEEL.

Robert Jaeger. Über elektrische Bestimmungstücke von Kleinantennen. Jahrb. f. drahtl. Telegr. 15, 318—321, 1920. Die aus der Versuchsstation Jena der Technischen Abteilung für Funkergerät stammende Mitteilung bringt eine kurze Zusammenstellung von Eigenwelle, Dekrement und wirksamer Kapazität einiger Kleinantennen, wie sie besonders bei Schützengrabenstationen Verwendung fanden. Wenn die Erdantennen auf nassem Boden lagen, zeigte sich neben den Änderungen von Welle und Kapazität eine starke Vergrößerung des Dekrements. R. JAEGER.

L. Fleischmann. Über selbsterregte Mehrphasenstromgeneratoren. Arch. f. Elektrot. 8, 447—453, 1920. Die Bedingungen für die Selbsterregung von Mehrphasenkollektorgeneratoren werden für den Fall der Serienmaschine und der leerlaufenden Nebenschlußmaschine dargestellt. Physikalische Überlegungen und mathematische Berechnungen zeigen, daß beim Zweiphasengenerator Selbsterregung nur eintreten kann, wenn eine Rotations-EMK in Phase mit dem Strom zur Überwindung des Ohmschen Spannungsabfalles und eine zweite, dagegen um 90° verschobene Rotations-EMK zur Überwindung der selbstinduzierten Spannung vorhanden sind. Eine wechselseitige induktive Beeinflussung der Phasen findet nicht statt. Diese Überlegungen gelten auch für mit verschobenen Bürsten arbeitende Maschinen.

Aus der ersten Bedingung berechnet sich der Strom mit Hilfe der magnetischen Charakteristik, dem Ohmschen Widerstand und dem Winkel der Bürstenverschiebung,

aus der zweiten die Frequenz der Selbsterregung in Abhängigkeit von den Windungszahlen in Stator und Rotor, den Streukoeffizienten, dem Bürstenverschiebungswinkel und der Rotationsfrequenz.

Entsprechende Beziehungen werden auch für den Fall des Dreiphasengenerators abgeleitet.

Schließlich werden die Gleichungen angeschrieben, die für das Auftreten selbsterregter Ströme bei gleichzeitigem Vorhandensein erzwungener Schwingungen maßgebend sind. Diese Überlegungen beanspruchen insofern, erhebliches Interesse, als sie beispielsweise geeignet sind, die Verhältnisse eines Phasenkompensators mit Ständererregung klarzulegen, der an die Schleifringe eines Induktionsmotors angeschlossen ist und dadurch mit einer erzwungenen Schwingung (der Schlupffrequenz) arbeitet. NEUMANN.

J. Goldstein. Eine neue Methode zur Herleitung der Transformatoren-Kreisdiagramme (Heyland- und Osanna-Kreise). Bull. d. Schweiz. Elektrot. Ver. 1920, 1—12. Die Kreisdiagramme des allgemeinen Transformators werden aus den Differentialgleichungen für magnetisch gekoppelte Systeme entwickelt. Primärstrom und -spannung werden mit den fünf Konstanten des Transformators einerseits, nämlich dem primären und sekundären Widerstand, der primären und sekundären Selbstinduktivität und der gegenseitigen Induktivität, und mit den drei Konstanten der Belastung andererseits, nämlich dem Widerstand, der Induktivität und der Kapazität durch eine inhomogene Differentialgleichung zweiter Ordnung verknüpft.

Unter der Voraussetzung, daß die aufgedrückte Klemmenspannung durch eine Sinusfunktion dargestellt werden kann, läßt sich ein partikuläres Integral für die Differentialgleichung finden. Dieses stellt den stationären Zustand des Transformators dar. Das allgemeine Integral enthält noch Exponentialausdrücke, die für die Ausgleichsvorgänge maßgebend sind.

Aus den entwickelten Beziehungen läßt sich das Heylandsche Kreisdiagramm ableiten, indem man in die Gleichungen die Maximalwerte von Strom und Spannung einsetzt und den Primärwiderstand gleich Null setzt.

Man erhält einen Ausdruck für den primären Strom in Abhängigkeit vom Phasenverschiebungswinkel, und es läßt sich unschwer zeigen, daß dieser Ausdruck einen Kreis in Polarkoordinaten darstellt. Die Schnittpunkte des Kreises mit der einen Koordinatenachse entsprechen dem ideellen Leerlauf und dem ideellen Kurzschluß. Auch die minimale Phasenverschiebung läßt sich hiernach berechnen. Schließlich können auch die Streukoeffizienten eingeführt werden, und damit können die charakteristischen Abmessungen des Kreises in vereinfachter Form dargestellt werden. Der Heylandkreis ergibt sich aus der allgemeinen Gleichung dadurch, daß man den primären Widerstand des Kreises vernachlässigt. Wird diese Vernachlässigung nicht vorgenommen, so erhält man in gleicher Weise das allgemeinere Kreisdiagramm von Osanna, demgegenüber das Heylanddiagramm einen Sonderfall darstellt. NEUMANN.

Girousse. Sur la distribution dans le sol des courants émis par des lignes de traction électrique. C. R. 170, 841—843, 1920. Fortsetzung von C. R. 169, 846, 1919., wo die Berechnung der Stärke der Ströme versucht wurde, welche in den einzelnen Punkten von den Straßenbahnschienen ausgehen. In vorliegender Arbeit soll das elektrische Feld bestimmt werden, welches von den Schienen einer elektrischen Bahn erzeugt wird. Die Aufgabe wird auf das Problem von Dirichlet für den äußeren Raum zurückgeführt und es werden angenäherte Lösungen versucht. STÖCKL.

6. Optik aller Wellenlängen.

Christian Huyghens. Traité de la lumière. X u. 155 S. Paris, Gauthier-Villars, 1920. (Les maitres de la pensée scientifiques. Collection de Mémoires publiés par les soins de Solovine.) SCHEEL.

Charles R. Gibson. What is Light, and What is Colour. The Optician 58, 135—141, 1919. SCHEEL.

Raymond T. Birge. The most probable value of the Planck constant h . Phys. Rev. (2) 14, 361—368, 1919. Die Plancksche Konstante h wird auf verschiedene Arten durch Kombination von Strahlungs- und Atomtheorie aus anderen gemessenen Konstanten berechnet; zugrunde gelegt sind die Lichtgeschwindigkeit $c = 2,9986 \cdot 10^{10}$ (Kaye und Laby) und das elektrische Elementarquantum $\varepsilon = (4,774 \pm 0,005) \cdot 10^{-10}$ (Millikan).

Methode	Hilfswerte	$h \cdot 10^{27}$	Abhängigkeit von ε
I. Plancks Theorie $h = \sqrt[3]{\frac{48 \cdot \pi \cdot a \cdot K^4}{c^3 a}}$ $a = \frac{4\sigma}{c}$ (σ = Stefan-Boltzmann-Konst.)	$k = \frac{p_0 V_0 \varepsilon E}{T}$ $= (1,372 \pm 0,0014) \cdot 10^{-16}$ $E = 96\,494$ $\sigma = 5,72 \cdot 10^{-12}$ $5,80 \cdot 10^{-12}$	6,551 6,520	$\varepsilon^{4/3}$
II. Plancks Theorie $h = \frac{c_2 k}{c}$ c_2 = Strahlungskonst.	$c_2 = 1,433$ $1,430$	6,557 6,543	
III. Bohrs Theorie $h = \sqrt[3]{\frac{2 \pi^2 \varepsilon^4}{R_\infty \cdot \left(\frac{\varepsilon}{\mu}\right)}}$ R_∞ = Rydbergkonst.	$\frac{\varepsilon}{\mu} = 1,773 \cdot 10^7$ $R_\infty = 109\,678.6$	6,542	$\varepsilon^{5/3}$
IV. Einsteins Gesetz (Photoeffekt) $h = \frac{\varepsilon V + p}{\nu}$	Messungen von Millikan	6,578	ε
V. Einsteins Gesetz (Röntgenstrahlen) $h = \frac{2 d \sin \Theta \cdot \varepsilon V}{c^2}$ $d = \frac{1/2 M \varepsilon E}{\rho \Phi S \cdot c}$	Messungen von Blake-Duane Kalkspatkonstanten $M = 100,075$ E (elektrochem. Äqu.) $\rho = 2,7116$ $= 0,00111827$ $S = (\text{Atomgew. Ag}) \Phi \text{ Volum d. Rhomboed.}$ $= 107,88$ $= 1,0963$	6,555	$\varepsilon^{4/3}$
VI. Resonanz- und Ionisationspotential $h = \frac{\varepsilon V}{\nu}$	Messungen von Foot und Mohler	6,551	ε

Albert Hofmann. Das Rätsel der Handstrahlen. Eine Experimental-Studie. 61 S. Leipzig, Verlag von Oswald Mutze, 1919. Verf. sieht die natürliche Erklärung für die Drehwirkungen, die die Annäherung der Hand auf leicht bewegliche Körper ausübt, in einer Wirkung der von der Haut infolge der Pulsschläge auf die Luft übertragenen periodischen Impulse, und führt als Beweis zahlreiche Versuche an. WESTPHAL.

H. Nagaoka. Diffraction of a Telescope Objective and the case of a circular source of light. *Astrophys. Journ.* **51**, 73—101, 1920. WESTPHAL.

A. Everett. Note on Proofs of Elementary Theorems of Oblique Refraction. *Phil. Mag.* (6) **38**, 480—483, 1919. Es wird darauf hingewiesen, daß in den Lehrbüchern der geometrischen Optik die drei bekannten Zusätze zum Brechungsgesetz immer stereometrisch-trigonometrisch bewiesen werden, und daß es gut wäre, wenn in den Lehrbüchern auch der bei der Betrachtung von außerhalb des Prismenhauptschnitts verlaufenden Strahlen übliche Weg beschritten würde, die Durchstoßpunkte der Strahlen mit einer Kugel zu betrachten. Zieht man vom Kugelmittelpunkte aus Parallele zum einfallenden Strahl, gebrochenen Strahl, Einfallslot und zu einer beliebigen Bezugsrichtung, dann seien diese Durchstoßpunkte J, R, N, P . $NJ = \Phi$ bzw. $NR = \Phi'$ stellen also den Einfallswinkel bzw. den Brechungswinkel dar. Aus dem Brechungsgesetz $\mu \sin \Phi = \mu' \sin \Phi'$ folgt durch Anwendung des Kosinussatzes in den sphärischen Dreiecken NPJ und NPR und Elimination des beiden Dreiecken gemeinsamen Winkels N :

$$\frac{\mu \cos PJ - \mu' \cos PR}{\cos PN} = \mu \cos \Phi - \mu' \cos \Phi' \quad \dots \quad (1)$$

Wählt man als die durch P gegebene Bezugsrichtung der Reihe nach die drei Koordinatenachsen, dann folgt die Gleichungsreihe

$$\frac{\mu L - \mu' L'}{l} = \frac{\mu M - \mu' M'}{m} = \frac{\mu N - \mu' N'}{n} = \mu \cos \Phi - \mu' \cos \Phi',$$

in der $L, M, N, L', M', N', l, m, n$ die Richtungskosinus des einfallenden, des gebrochenen Strahls und des Einfallslotes sind. Wählt man $PN = 90^\circ$, dann folgt aus (1) ohne weiteres

$$\mu \sin \eta = \mu' \sin \eta' \quad \dots \quad (2)$$

wenn man setzt $\eta = 90^\circ - PJ$, $\eta' = 90^\circ - PR$, also mit η bzw. η' die Winkel bezeichnet, die der einfallende bzw. gebrochene Strahl mit der zu P gehörigen Äquatorebene, also mit einer beliebigen Ebene durch die Normale bilden. Wendet man in den Dreiecken NPJ und NPR den Sinussatz an, eliminiert wieder den Winkel N und setzt $\gamma = \angle JPN$, $\gamma' = \angle RPN$, dann folgt

$$\mu \cos \eta \cdot \sin \gamma = \mu' \cos \eta' \sin \gamma' \quad \dots \quad (3)$$

Wird $PN = 90^\circ$ angenommen, dann enthält diese Gl. (3) als Sonderfall den dritten Zusatz zum Brechungsgesetz, der aussagt, daß für die Winkel (γ und γ') der Projektionen des einfallenden und des gebrochenen Strahls auf eine durch das Einfallslot gelegte Ebene das Brechungsgesetz gilt mit einem Brechungsverhältnis $\frac{\mu' \cos \eta'}{\mu \cos \eta}$, das mit kleiner

werdendem Neigungswinkel η schließlich auf μ'/μ sinkt. Schließlich wird noch der Vollständigkeit halber für ein beiderseits an Luft grenzendes Prisma die Beziehung zwischen der wahren Ablenkung D , der auf den Hauptschnitt projizierten Ablenkung D_0 und dem Neigungswinkel η des einfallenden und austretenden Strahles zum Hauptschnitt

$$\sin \frac{D}{2} = \cos \eta \cdot \sin \frac{D_0}{2} \quad \dots \quad (4)$$

abgeleitet. [Siehe hierzu H. Erfle, *ZS. f. Instrkde.* **38**, 141—145, 1918, besonders Gl. (1), S. 142.]

Diesen Ableitungen des Verf. sei hinzugefügt, daß die Gl. (1) des Verf. und die durch Anwendung auf die drei Koordinatenachsen erhaltene Gleichungsreihe in dem bekannten von M. von Rohr herausgegebenen Werk „Die Theorie der optischen Instrumente, I. Bd.“ (Berlin, Julius Springer, 1904) den Gleichungen auf S. 16 des von H. Siedentopf bearbeiteten Teils entsprechen und daß die erste elegante Ableitung der Zusätze zum Brechungsgesetz und die Ableitung der vom Verf. mit (4) bezeichneten Gleichung schon durch A. Bravais im Jahre 1845 [Journ. de l'école polyt. 18, Heft 30, S. 77—96, 1845, besonders Seite 79, Gl. (5); S. 80, Gl. (7), (8) und die Gleichung vor Gl. (9), außerdem S. 83 die erste der Gleichungen (16)] unter Benutzung sphärischer Dreiecke erfolgte.

H. ERFLE.

H. Erfle. Über den Unterschied zwischen den Okularen von Huygens und denen von Ramsden und über die Abhängigkeit der Brennweite solcher Okulare von der Wellenlänge. Zentr.-Ztg. f. Opt. u. Mech. 41, 79—83, 91—95, 1920. Die vorliegende Arbeit ist veranlaßt worden durch eine unrichtige Abbildung eines aus zwei einfachen Linsen zusammengesetzten Okulars, die O. Lummer in dem die Optik enthaltenden Bande von Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik [9. Aufl. (1897), S. 560, 562; 10. Aufl. (1909), S. 326] gegeben hat.

Zunächst wird in § 1 auf zweierlei Art die offenbar noch nicht genügend bekannte Tatsache bewiesen, daß bei einem aus zwei einfachen Linsen gleicher Glasart bestehenden Ramsdenschen Okular — bei dem zum Unterschiede gegenüber dem Okular von Huygens die dingseitige Okularbrennebene zugänglich (reell) ist — die Bedingungen des zugänglichen Augenortes und der Hebung der Farbenabweichung der Brennweite nicht gleichzeitig erfüllt werden können. Aus den beiden Beweisen, deren Einzelheiten in der Arbeit selbst nachgelesen werden mögen, sei hier nur herausgegriffen, daß für zwei benachbarte Farben des Spektrums außer der bekannten Bedingungs-gleichung für die Gleichheit der Brennweite F des Okulars (in der f_1 bzw. f_2 die mittlere Brennweite der Feldlinse bzw. der Augenlinse und d den Linsenabstand bezeichnen)

$$d = \frac{f_1 + f_2}{2} \dots \dots \dots (2)$$

noch die Beziehung besteht

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \right) \dots \dots \dots (3)$$

Bei ungleichen Glasarten (die Kehrwerte der relativen Dispersion seien ν_1 bzw. ν_2) tritt an Stelle von (2) die Beziehung

$$\frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{d - f_1}{f_2 - d}, \dots \dots \dots (14)$$

aus der sich beweisen läßt, daß auch bei ungleichen Glasarten in einem aus zwei einfachen Linsen bestehenden Okular die oben genannten beiden Bedingungen nicht gleichzeitig erfüllt werden können. Es wird dann noch der Farbenfehler der Brennweite eines der üblichen Ramsdenschen Okulare berechnet und angegeben, welche Farbenabweichung (d. h. welchen negativen Wert der Kehrwert der relativen Dispersion ν_2) die nunmehr aus dünnen Linsen mit Luftabstand Null zusammengesetzte Augenlinsenfolge haben müßte, damit bei einfacher Feldlinse (also positivem ν_1) die Farbenabweichung der Brennweite — also auch die chromatische Vergrößerungs-differenz für verhältnismäßig weit abliegenden dingseitigen Hauptstrahlenkreuzungs-punkt — gehoben wird.

In § 2 wird untersucht, in welcher Weise die Brennweite eines aus zwei Linsen gleicher Glasart bestehenden Huygensschen Okulars von der Wellenlänge abhängt bei einem

beliebig großen Spektralbezirk; sind die Brechungsverhältnisse für zwei Farben n und n' , dann tritt für diese beiden Farben Brennweitengleichheit ein, wenn

$$d = \frac{f_1 + f_2}{1 + \frac{n' - 1}{n - 1}}, \dots \dots \dots (24a)$$

wobei f_1 und f_2 für n gelten. Diese streng gültige Gleichung geht in die bisher bekannte Gleichung (2), die also nur eine Näherung ist, um so mehr über, je mehr sich n' dem n nähert, also je kleiner der Spektralbezirk wird. Geht schon hieraus hervor, daß auch beim Huygensschen Okular das sekundäre Spektrum der Brennweite nicht verschwindet — entgegen der mindestens unklaren Aussage mancher Lehrbücher der Optik —, so zeigt dies noch deutlicher eine Formel (27) für $F' - F$, auf die hier nur verwiesen werden soll (F' ist die Okularbrennweite für n') und die zugehörige zeichnerische Darstellung in Abb. 7. Die Größenordnung dieses sekundären Spektrums wird durch ein Zahlenbeispiel und durch die Anwendung der Sampsonschen Konstruktion auf ein Huygenssches Okular veranschaulicht.

In § 3 wird der allgemeine Fall — d. h. ein nicht im Unendlichen liegender dingseitiger Hauptstrahlenkreuzungspunkt des Okulars — ebenfalls für einen beliebig großen Wellenlängenunterschied behandelt. An die Stelle der beispielsweise schon bei Airy (1824) vorkommenden Gleichung

$$d = \frac{f_1 + f_2}{2 + \frac{f_1}{x_1}} \dots \dots \dots (38)$$

tritt die neue, allgemeine Beziehung

$$d = \frac{f_1 + f_2}{1 + \frac{n' - 1}{n - 1} + \frac{f_1}{x_1}} \dots \dots \dots (37a)$$

Hierbei ist x_1 die auf die Feldlinse bezogene Schnittweite des dingseitigen Hauptstrahlenkreuzungspunktes. Auf eine noch allgemeinere Beziehung (43), die verschiedene Glasarten — unter Einführung der Hilfsgrößen $k_1 = \frac{n_1 - 1}{n_1 - 1}$ und $k_2 = \frac{n_2 - 1}{n_2 - 1}$ — voraussetzt, sei hier nur hingewiesen. Selbstverständlich geht diese allgemeinere Beziehung (43) für $k_1 = k_2$ über in (37a) als Sonderfall; für kleine Wellenlängenunterschiede geht (43) über in

$$d = \frac{f_1 + f_2 \cdot \frac{\nu_2}{\nu_1}}{\frac{f_1}{x_1} + 1 + \frac{\nu_2}{\nu_1}} \dots \dots \dots (45)$$

Außer dem Sonderfall $\nu_1 = \nu_2$ werden noch die Sonderfälle $\nu_1 = \infty$ (achromatische Feldlinse) und $\nu_2 = \infty$ (achromatische Augenlinse) unter Voraussetzung kleiner Wellenlängenunterschiede untersucht. Bei diesen beiden letzten Sonderfällen kann immer diejenige Linse eine einfache Linse mit beliebigem Kehrwert der relativen Dispersion ν sein, die entweder den dingseitigen Brennpunkt F oder den bildseitigen Hauptstrahlenkreuzungspunkt P' des Okulars enthält. Die andere Linsenfolge muß außer der Achromasiebedingung noch durch die Größe ihrer Brennweite die Bedingung der soeben erwähnten besonderen Lage von F oder P' erfüllen. Es sei hier hinzugefügt, daß die Folgerungen für die beiden letzten Sonderfälle auch für beliebigen Wellenlängenunterschied Gültigkeit behalten.

Den Schluß bilden Zahlenbeispiele für ein Huygenssches Okular — es sind der Einfachheit halber Feldlinse und Augenlinse plankonvex angenommen — bei verschiedenen Absolutwerten V der Vergrößerung des astronomischen Fernrohrs.

H. ERFLE.

J. Vallot. *Étalonnage en calories de deux actinomètres adaptés aux études d'héliothérapie et de climatologie agricole.* C. R. 170, 720—722, 1920. Die für medizinische und ackerbauklimatologische Fragen zu verwendenden Aktinometer müssen an eine absolute Skala angeschlossen sein. Sie müssen nicht nur die Sonnenstrahlung, sondern auch die Himmelsstrahlung messen, welche bis zu $\frac{1}{3}$ der Sonnenstrahlung betragen kann. Für medizinische Zwecke soll sich besonders das Arago-Aktinometer eignen (eine geschwärzte und eine reflektierende Thermometerkugel in einem evakuierten Gefäß). Die Korrektur wegen der Absorption in der die Thermometer umgebenden Umhüllung wurde zu 3,7 Proz. bestimmt, merklich unabhängig vom Stand der Sonne. Die absolute Eichung läßt sich mit einem absoluten Pyrheliometer ausführen: Die Differenz der Thermometerangaben des Arago-Instrumentes muß mit einem für jedes Instrument zu bestimmenden Faktor multipliziert werden. Diese Instrumentkonstante variiert etwas mit der Tages- und Jahreszeit, auch mit der Temperatur der Umgebung, so daß Fehler bis zu 0,1 cal möglich sind. Auf 0,05 cal kann der Fehler aber dadurch reduziert werden, daß jedem Aktinometer eine Korrektortabelle für die täglichen und jahreszeitlichen Schwankungen beigegeben wird.

Die Ackerbauklimatologie braucht ein Instrument, welches selbsttätig die absorbierte Strahlungsenergie summiert. Hierzu bewährte sich das Bellani-Aktinometer: ein der Sonnenstrahlung ausgesetztes Alkoholthermometer, das ein vor Bestrahlung geschütztes Ansatzgefäß trägt, in welches je nach der Menge der Strahlung mehr oder weniger Alkohol überdestilliert. Eine für jedes Instrument anzufertigende Tabelle gibt dann für jede Menge Destillat die gesamte absorbierte Strahlungsenergie in cal an.

GERLACH.

J. Würschmidt. *Terrestrische Refraktion und atmosphärische Spiegelungen.* D. Opt. Wochenschrift 1920, 184—188.

SHEEL.

J. Perrin. *On Newton's Rings and the Colour of Thin Films.* The Optician 58, 115—117, 168—169, 1919. Unter Benutzung eines etwa 90fach vergrößernden Mikroskops sind dünne Seifenhäutchen auf einer Irisblende beobachtet worden, und zwar in auffallendem Licht, welches durch ein totalreflektierendes Prisma in das Objektiv des Mikroskops gesandt wird. Bei einer 2,5 Proz. Lösung gewöhnlicher Seife wurde nachgewiesen, daß bei abnehmender Dicke der Häutchen fünf verschiedene Dickenstufen beobachtet werden können, die übrigens schon früher von Johonnott beschrieben worden sind. Am stabilsten ist diejenige geringster Dicke, welche im reflektierten Licht schwarz erscheint und etwa $6\ \mu\mu$ Dicke aufweist. Die Stellen geringster Dicke sind scharf gegen die dickeren abgegrenzt. Auf ihnen zeigen sich ebenfalls scharf begrenzte Tröpfchen, die lebhaft Brownsche Bewegung zu beobachten gestatten. Sie bestehen wahrscheinlich aus Wasser. Sie weisen gegen die Membran die gleichen Größenverhältnisse auf, wie eine Orange gegen ein Blatt Papier.

Fügt man 5 bis 10 Proz. eines fluoreszierenden Stoffes (Uranin, Eosin, Äsculin) zu, so treten auf der dünnsten Seifenlösungshaut glänzend leuchtende Flecke in verschiedenen Farben, also von verschiedener Dicke auf, von denen jeder bei einer aus Kreislinien bestehenden scharfen Begrenzung gleichmäßige, von benachbarten Flecken verschiedene Farbe aufweist. Die Entwicklung der Flecken folgt anderen Gesetzen, wie bei einfacher Seifenlösung. Das in der Membran absorbierte Licht wirkt bei der Entstehung der Flecken mit, wie durch Abschneiden der Beleuchtung oder Verwendung von Filtern aus dem fluoreszierenden Stoffe nachgewiesen werden kann. Mit zunehmender Temperatur wird die Brownsche Bewegung lebhafter, auch bei größeren Flecken, die sonst nur schwache oder gar keine Bewegung aufweisen.

An Stelle der Seifenlösungen wurden dann Harz- und Kolophoniumemulsionen benutzt. Fügt man zu einer alkoholischen Lösung rohen Harzes Wasser und versetzt die Emulsion mit wenig Pottasche oder Soda, so schäumt die durchsichtig gewordene Flüssigkeit beim Schütteln wie Seifenlösung. Die bei etwa 2,5 Proz. Pottasche-Harz-Emulsion sehr haltbaren Häutchen zeigen acht Stufen, während bei 3 bis 5 Proz. Kolophoniumwasser noch mannigfaltigere Erscheinungen zu beobachten sind. Die Dicke der Häutchen geht bis zu 3μ .

In den gestreiften Membranen ist die Dicke jedes Fleckes ein ganzes Vielfaches der ungefähr 5μ dicken Elementarschicht. Die Dicke der Elementarschicht, die ein Mehrfaches des Molekeldurchmessers beträgt, ist für alle untersuchten Lösungen gleich und ist vielleicht auf eine Strukturform zurückzuführen, wie sie bei flüssigen Kristallen beobachtet ist.

Die Abnahme der Oberflächenspannung bei Seifenlösungen, die gegen 75 bei reinem Wasser nur noch etwa 30 CGS Einheiten beträgt, wird auf eine Anreicherung der Säure in den Oberflächenschichten zurückgeführt. Eine Trennung der Oberflächenschichten von den an Basen reicheren Innenschichten der Flüssigkeit ist möglich, wenn man den durch dauernden Luftstrom erzeugten Schaum gesondert auffängt. Das Vorhandensein der Oberflächenschicht selbst bei sehr verdünnten Lösungen kann qualitativ auch durch das Verhalten von Campherstückchen nachgewiesen werden. SCHULZ.

Marie Anna Schirmann. Neue theoretische Untersuchungen über die Polarisation des Lichtes an trüben Medien und deren Konsequenzen für die Probleme der atmosphärischen Polarisation. Meteorol. ZS. 37, 12—22, 1920. Ausgehend von einer kritischen Betrachtung der vorliegenden Theorien betreffend die Polarisationserscheinungen an trüben Medien kommt die Verf. zu dem Ergebnis, daß nur die neuere strenge elektromagnetische Beugungstheorie nach Mie-Debye den Erscheinungen gerecht wird. Da eine unmittelbare Bestimmung der in Frage kommenden Größen, wie Teilchengröße, Brechungsexponent, Absorptionsindex und Verteilung innerhalb der Atmosphäre, nicht möglich ist, ein direkter Vergleich der Versuchsergebnisse mit der Theorie also entfällt, kann nur umgekehrt auf Grund bestimmter Annahmen an eine numerische Ermittlung des Einflusses der verschiedenen Faktoren auf die Polarisationserscheinungen in der Atmosphäre gedacht werden und rückwärts aus dem beobachtbaren Polarisationsgrad, dem Maximum der Polarisation und der Lage der neutralen Punkte in Abhängigkeit von der Wellenlänge auf den Bau der Atmosphäre geschlossen werden. Einige aus der elektromagnetischen Theorie folgende Rechnungsergebnisse für metallische und dielektrische Kügelchen werden in Form von Kurven gegeben, aus denen jedoch einstweilen nur eine qualitative Übereinstimmung mit der Beobachtung zu entnehmen ist. Die Ausführung systematischer Versuche ist noch wünschenswert. SCHULZ.

E. Henriot. Les biréfringences normales et accidentelles. Ann. d. phys. (9) 13, 5—25, 1920. Entsprechend der für isotrope Medien geltenden H. A. Lorentz'schen Invariante aus Brechungsindex n und Dichte ρ

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{1}{\rho}$$

pflügt für optisch anisotrope Medien die Invariante

$$\left(\frac{n_x^2 - 1}{n_x^2 + 2} + \frac{n_y^2 - 1}{n_y^2 + 2} + \frac{n_z^2 - 1}{n_z^2 + 2} \right) \frac{1}{\rho}$$

benutzt zu werden, worin n_x, n_y, n_z die drei Hauptbrechungsindices sind. Bei der Ableitung dieser Beziehung wurde bisher die Annahme gemacht, daß die in den Ansatz

der elektromagnetischen Theorie eingehenden Koeffizienten γ_{xx} , γ_{yy} , γ_{zz} , welche den Einfluß der kristallinen Elementargitterstruktur auf das Polarisationsfeld darstellen, einzeln so klein sind, daß sie vernachlässigt werden können. Verf. zeigt, daß die genauere Form der Invariante lautet:

$$\frac{1}{Q} \sum_{x,y,z} \left\{ \frac{n_x^2 - 1}{n_x^2 + 2} - \gamma_{xx} \frac{n_m^2 - 1}{n_m^2 + 2} \left(1 + \frac{12 \varepsilon_x n_m}{(n_x^2 - 1)(n_x^2 + 2)} \right) \right\}$$

worin n_m das Mittel der drei Hauptbrechungsindizes und ε_x , ε_y , ε_z die Überschüsse der drei Hauptbrechungsindizes über diesen Mittelwert bedeuten. Nun besteht aber, wie des weiteren abgeleitet wird, zwischen den drei Koeffizienten γ die einfache Beziehung

$$\gamma_{xx} + \gamma_{yy} + \gamma_{zz} = 0,$$

so daß schließlich diese Koeffizienten in der Invariante nur noch in den Produkten $\gamma_{xx} \varepsilon_x$, $\gamma_{yy} \varepsilon_y$, $\gamma_{zz} \varepsilon_z$ auftreten. Die bisher übliche Form der Invariante stellt also in Wirklichkeit den Sonderfall dar, in dem diese Produkte — nicht die Beträge der Koeffizienten γ selbst — vernachlässigt werden können. Es wird an Beispielen gezeigt, daß diese Vereinfachung der Invariante nicht immer angängig ist.

Ist Q_i die Dichte eines Mediums im isotropen, Q_a im anisotropen Zustand, so folgt aus der Invariante

$$1 + 2n \frac{\varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z}{(n^2 - 1)(n^2 + 2)} = \frac{Q_a}{Q_i}$$

und für einachsige Medien

$$2\varepsilon_0 + \varepsilon_e = \frac{Q_a - Q_i}{Q_i} \cdot \frac{(n^2 - 1)(n^2 + 2)}{2n},$$

worin ε_0 und ε_e die Überschüsse des ordentlichen bzw. außerordentlichen Hauptbrechungsindex über den Wert von n darstellen.

M. BERÉK.

C. G. Abbot. The larger opportunities for research on the relations of solar and terrestrial radiation. Proc. Nat. Acad. 6, 82—95, 1920. Verf. behandelt nach allgemeinen Gesichtspunkten die Bedeutung der Sonnenstrahlungs- und Erdausstrahlungsmessungen für meteorologische Probleme, sowie in einem eingehenden Untersuchungsprogramm die Anforderungen an die Methoden und die Messungsschwierigkeiten. Die „Solarkonstante“ — Gesamtstrahlung der Sonne pro 1 cm² an der Grenze der Atmosphäre bei mittlerem Sonnenabstand — ist zu 1,9 bis 2,0 (jedenfalls 1,93 ± 1 Proz.) g-cal cm⁻² min⁻¹ anzunehmen, bestimmt im Laboratorium mit Langleys spektrobologischer Methode und mit registrierenden Pyrheliometern in 25 km Höhe. Es scheint sicher, daß die Sonnenstrahlung von Tag zu Tag schwankt (bis zu 5, möglicherweise bis zu 10 Proz.), besonders begründet geschlossen aus vergleichenden Messungen der Strahlungsemission längs des Durchmessers der Sonne, welche nicht nur zeitlich schwankt, sondern auch für verschiedene Wellenlängen verschieden stark variiert. Neben kurzen periodischen Schwankungen (stündliche, tägliche) gibt es langperiodische (über Jahre sich erstreckend). Ihr Zusammenhang mit der Sonnentätigkeit scheint erwiesen und verständlich. Ihr Einfluß auf die atmosphärischen Verhältnisse der Erde ist erwiesen, muß aber noch eingehender untersucht werden. Hierzu sind regelmäßige Messungen dieser Strahlungsschwankungen parallel mit meteorologischen Notierungen an verschiedenen Orten der Erde wünschenswert, jedoch fehlt es hierzu noch an Kapital, da die Kosten einer Station auf 8000 bis 10000 Dollar pro Jahr geschätzt werden. Zu solchen Messungen sind automatisch registrierende Bewölkungsmesser zu konstruieren, ferner sichere und vergleichbare (absolute) Messungen der Gesamtstrahlung auszuführen. Soweit vergleichende Messungen schon vorliegen, zeigen sie den vermuteten Zusammenhang zwischen Strahlungsvariation und meteorologischen Daten; jedoch ist die Ursache

dieses Zusammenhangs noch nicht klar. Während einige Forscher ihn in dem direkten Energieaustausch sehen, sind andere der Ansicht, daß die der variablen Sonnenstrahlung parallel gehende variable absorbierte Energie in der Atmosphäre Änderungen der Luftströmungen bedingt, welche ihrerseits dann klimatische oder meteorologische Veränderungen bedingen.

Weit schwieriger sind die Messungen der Erdausstrahlung; sie werden erst von Bedeutung, wenn sie mit Bewölkungs- und Einstrahlungsmessungen kombiniert sind. Die Instrumente, das Ångströmsche Pyrgeometer und das Pyranometer, befriedigen auch noch nicht völlig, besonders wegen der unbekannten Schwärzungskorrektion für lange Wellen und der Unkenntnis des genauen σ -Wertes im Gesamtstrahlungsgesetz. Weitere Schwierigkeiten liegen in dem Einfluß der Wolken (Reflexion der Sonnenstrahlung), in der Absorption im CO_2 - und H_2O -Gehalt der Atmosphäre (Absorption der Ein- und besonders Ausstrahlung), in der Absorption im Ozongehalt (ultrarote und ultraviolette Absorption der Sonneneinstrahlung und Erdausstrahlung).

(Nebenbei wird erwähnt, daß Jodkalium für lange Wellen, $\lambda > 15 \mu$, sehr durchsichtig ist, so daß es sich als Prismensubstanz in diesem sonst schwer zugänglichen Spektralgebiet eignen dürfte. Die Züchtung großer Kristalle zur Prismenherstellung ist der General Electric Co. gelungen.)

GERLACH.

Léon et Eugène Bloch. Sur quelques nouveaux spectres d'étincelle dans l'ultraviolet extrême. C. R. **170**, 320—322, 1920. Unter Verwendung des kürzlich beschriebenen Flußspatspektrographen (C. R. **170**, 226, 1920) haben die Verff. Spektren im äußersten Ultraviolett aufgenommen, und zwar von kondensierten Funken zwischen metallischen Elektroden in Wasserstoff unter Atmosphärendruck. Die Messungen erstrecken sich von der Wellenlänge $\lambda = 1854,8 \text{ Å.-E.}$ bis $\lambda 1550$, vielfach noch bis $\lambda 1400$. Die in Tabellen mitgeteilten Wellenlängen sind in internationalen Einheiten ausgedrückt und aufs Vakuum bezogen; ihre Genauigkeit beträgt $0,5 \text{ Å.-E.}$ Im äußersten Ultraviolett wurden vielfach Linien erstmalig gemessen.

Bei Cadmium wurde ein bis 1500 Å.-E. sich erstreckendes Funkenspektrum beobachtet, bei Verwendung von reinem Cd oder von einem Cd-Amalgam (75:100). Außer einer Reihe nicht angeführter schwacher Linien wurden zwischen $\lambda 1844,9$ und $\lambda 1601,5$ 14 Linien von der Intensität 5 bis 3 gemessen. Bei Wismut wurden zwischen $\lambda 1823,5$ und $\lambda 1553,3$ 18 Linien von der Intensität 4 bis 1 gemessen; bis etwa $\lambda 1500$ konnten noch 5 Linien angenähert festgestellt werden (Intensität 4 bis 1). Das Spektrum von Nickel ist in diesem Gebiet sehr reich an Linien, dabei zeigt hier das Funkenspektrum eine große Ähnlichkeit mit dem Bogenspektrum. Zwischen $\lambda 1848,5$ bis $\lambda 1543,5$ wurden 55 Linien (Intensität 3 bis 1) gemessen; bei $\lambda 1532,5$ wurden noch vier Linien angenähert festgelegt (Intensität 2 bis 1). Bei Silber konnte die Mehrzahl der von Handke (Diss. Berlin 1909) gemessenen stärkeren Linien bestätigt werden, während eine Reihe feiner Linien auf den Spektrogrammen der Verff. fehlt; zwischen $\lambda 1848,2$ und $\lambda 1496,6$ wurden im ganzen 59 Linien (Intensität 5 bis 1) gemessen. Sowohl das Spektrum von Nickel, als auch das von Silber zeigt ein intensives Paar, welches mit dem von Lyman angeführten Paar unbekannten Ursprungs $\lambda 1550,8$, $\lambda 1548,2$ identisch zu sein scheint; bei Nickel $\lambda 1550,7$, $\lambda 1548,2$; bei Silber $\lambda 1551,3$, $\lambda 1548,7$.

SWINNE.

Frederick Bates. A New Cadmium Vapour Arc Lamp. Phil. Mag. (6) **39**, 353—358, 1920. Durch einen geringen Zusatz von 2 bis 3 Proz. reinen Galliums zu dem Cadmium erhält der Verf., nachdem er diese Legierung bei einem Druck von $0,001 \text{ mm Hg}$ durch eine später abgeschmolzene Quarzkapillare in die eigentliche Quarzlampe hinüberdestilliert hat, eine Cadmiumdampf Lampe von fast unbegrenzter Haltbarkeit. Die

geringe Menge Gallium genügt, um den Charakter des Cadmiums ganz zu ändern und den Niederschlag von festem Cadmium an den Wänden der Quarzlampe zu verhüten, der früher immer infolge verschieden starker Kontraktion bei der Abkühlung zum Zerschneiden der Lampe geführt hatte. Die Lampe selbst besteht aus einem U-förmigen Rohr, in das durch zwei mit Siegelack zugeschmolzene Kapillarröhren zwei Wolframelektroden in das in den beiden Schenkeln sich ansammelnde Cadmium hineinragen. Um die Lampe in Betrieb zu setzen, wird sie mit einer Flamme angeheizt, um das Metall zu verdampfen. Der beste Effekt wird mit einer Belastung von 7 Amp. und 25 Volt erzielt. Es ergibt sich ein praktisch reines Cadmiumspektrum von großer Brillanz. Die Linien des Galliums erscheinen erst schwach bei bis zur Rotglut erhitzter Lampe und liegen außerdem so verteilt, daß sie das Cadmiumspektrum nicht stören. Diese Lampe stellt also für alle Fälle, in denen man intensives monochromatisches Licht benötigt, eine äußerst brauchbare Lichtquelle dar, da man die einzelnen intensiven Cadmiumlinien gut aus dem Spektrum ausblenden kann.

HELMUTH SCHERING.

Fernando Sanford. Some Nuclear Charges, Calculated for L -Radiation. Abstract of a paper presented at the Washington meeting of the American Physical Society, April 25/26, 1919. Phys. Rev. (2) **14**, 177—178, 1919. Von den bekannten Bohr-Moseleyschen Voraussetzungen ausgehend, hatte der Verf. früher die positive Kernladung Q (ohne Berücksichtigung der relativistischen Massenveränderlichkeit) aus den kürzesten Wellenlängen der K -Serie berechnet. Q ergab sich gleich $\frac{2^{1/2} h^{3/2} c^{1/2}}{\pi e m^{1/2} \lambda^{1/2}}$
 $= \frac{2,882 \times 10^{-12}}{\sqrt{\lambda}}$, andererseits gleich $2e(N-b)$, wo N die Atomnummer des betreffenden

Elementes bedeutet; b ergab sich nach den Messungen von Blake und Duane gleich 3,6. Unter Verwendung der L -Serienmessungen von Friman berechnet Verf. nunmehr für die kürzeste Wellenlänge ν_3 dieser Serie $b = 15,4$ aus $Q = e(N-b) = 2,882 \times 10^{-12}/\sqrt{\lambda}$ für 11 Elemente zwischen Zinn und Lutetium (bei einigermaßen befriedigender Übereinstimmung der beobachteten und berechneten Werte). SWINNE.

Fernando Sanford. Formula for the Wave-Lengths of M -Radiation. Abstract of a paper presented at the Pasadena meeting of the American Physical Society, June 19, 1919. Phys. Rev. (2) **14**, 275—276, 1919. Ähnlich wie für die kürzesten Linien der K - und L -Serien berechnet Verf. nach Stenströms Messungen der M -Serie für die α -Linie $b = 19,47$ aus den zwei Gleichungen $Q = 2,882 \times 10^{-12}/\sqrt{\lambda} = 2e(N-b)$ für die Elemente von Uran bis Dysprosium; U ausgenommen, ist die Übereinstimmung zwischen den beobachteten und berechneten λ -Werten im ganzen befriedigend. SWINNE.

Oswald B. Overn. The L -Series in the Tungsten X-Ray Spectrum. Phys. Rev. (2) **14**, 137—142, 1919. Diese spektrographische Untersuchung des L -Serienspektrums von Wolfram wurde bei Benutzung der gleichen Anordnung zur Kontrolle und Ergänzung der Arbeit von Dershem [Phys. Rev. (2) **11**, 461, 1918] ausgeführt, welcher 19 Linien gemessen hatte. Benutzt wurde ein 0,0077 cm starker Steinsalzkristall, im Abstand von etwa 30 cm von der photographischen Platte, bei einer Spaltbreite von 0,032 cm; bei Expositionen von 10 bis 31 Stunden pro Rotationsgrad des Kristalls wurden die Wellenbestimmungen mit 1 Prom. bei $\lambda > 1,0 \times 10^{-8}$ cm, mit 2 Prom. bei den übrigen λ ausgeführt. Die Ergebnisse von Dershem wurden nicht nur bestätigt (innerhalb 0,002 Å.-E. bis auf die Linie λ 1,202 anstatt 1,177), sondern noch weitere sechs nur zum Teil Wolfram zugehörige Linien festgestellt. Die Linie λ 1,416 nach Dershem hält Verf. für eine zweiter Ordnung; neu gemessen sind λ 1,235, 1,213, 1,079; λ 0,793 erscheint auf den Aufnahmen hell, die Ursache wird diskutiert. Die von Dershem

gemessene λ 0,706, sowie die neu gemessenen λ 0,711 und 0,629 stimmen mit den α - und β -Linien der K -Serie von Molybdän überein, welches Element ja in der Coolidge-Röhre verwendet wird. Die Untersuchung der Brom- und der Silberabsorptionskanten ergab plötzliche, aber schwache Änderungen der Schwärzungsstärke der Platte. Die Linien der L -Serie von Wolfram werden in zwei Gruppen eingeteilt, welche, den zwei stärksten Linien entsprechend, als α - bzw. β -Gruppe bezeichnet werden; eine jede Linie der letzteren Gruppe kann aus der ersteren durch Teilung deren Wellenlänge durch 1,151 erhalten werden. Eine Diskussion soll noch erfolgen.

Wellenlängen in Å.-E.

α -Gruppe		β -Gruppe	
1,4839	1,2212	1,2872	1,0659
1,4731	1,2132	1,2793	1,0596
1,2984	—	1,1302	—
1,2598	1,2097	1,0967	—
1,2434	1,2011	1,0794	1,0446
1,2355	—	1,0724	1,0263

SWINNE.

L. Vegard. Nye resultater vedrørende krystalanalyse ved Røntgenstråaler. Forhandling Kristiania 1918, Nr. 1. 16 S. Der Verf. versuchte mit Hilfe der Röntgenstrahlen außer der Atomanordnung in bestimmten Kristallen auch Probleme allgemeiner Art zu lösen.

1. Mischkristalle. Unter diesem Namen versteht der Verf. eine Reihe von Mineralien, die ursprünglich kristallinisch gewesen sind, die aber im Laufe der Zeit eine innere Umwandlung erlitten haben, so daß sie anscheinend isotrop wurden, die Körper aber die ursprünglich äußere Form des Kristalls beibehielten. Untersucht wurden folgende Substanzen: Thorit, Pyrochlor, Fergusonit, Golodonit von Ytterby und von Hitterö, Broggerit und Thorianit.

2. Was bedingt bei tetragonalen Kristallen eine Abweichung von der kubischen Form? Beispiele zu diesen Untersuchungen bilden die Mineralien der Zirkongruppe, denen sich Xenotin, Anatas und Scheelit anschließen, außerdem Tetramethylammoniumjodid. Es konnte teils eine Verlängerung, teils eine Verkürzung der c -Achse nachgewiesen werden.

3. Morphotropische Beziehungen. Ersetzt man in einer Substanz ein oder mehrere Atome durch andere Atome oder Atomgruppen, so tritt eine Änderung in der Kristallform ein. Ein Beispiel, wo diese Veränderung ziemlich einfach und gesetzmäßig verläuft und so zum Studium solcher Substitutionen anderer Kristallformen sich besonders eignet, findet man in einer Reihe von Produkten des Ammoniumjodids.

4. Beziehungen zwischen Kristallstruktur und chemischer Konstitution. Die Untersuchungen beschränken sich auf Zirkon und Xenothin. Das Ergebnis faßt der Verf. in folgende Sätze: Die Konstitution eines festen Körpers als Ausdruck der Atomstellungen im Kristallgitter ist etwas verschiedenes als die chemische Konstitution. Identität in Hinsicht auf die Konstitution eines festen Körpers bedeutet nicht Identität in Hinsicht auf die chemische Konstitution.

5. Konstitution der Mischkristalle. Untersucht wurden die Mischkristalle KCl und KBr , sowie NH_4Br und KBr . Es zeigte sich, daß die Mischkristalle kein zusammengesetztes Spektrum gaben, sondern ein einzelnes von derselben Art wie die der reinen Komponenten. Die Mischkristalle bilden sich aus denselben Atomen im

vertauschten Gitter und die betreffenden Gitterelemente lassen sich durch gleichartige ersetzen, so daß die Mischkristalle aus Elementargittern gebildet werden, die alle von derselben Größe sind. Es konnten keine neuen Maxima festgestellt werden, die nicht schon die entsprechenden Maxima der reinen Komponenten gewesen waren, was auch zu erwarten war, da die entsprechenden Elemente regelmäßig angeordnet waren. Dieses Resultat gilt auch für andere Systeme.

6. Die Rolle des Kristallwassers. Untersucht wurden Alaune und Zeolithe. Um das Spektrum des gewöhnlichen Alauns $[\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$ vollständig zu erklären, ist es nötig, das Kristallwasser mit in Betracht zu ziehen. Das Kristallwasser ist also ein notwendiger Bestandteil im Aufbau des Kristallgitters. Von den Zeolithen wird das Mineral Chabasit näher untersucht. Die Kristalle, denen Wasser entzogen wurde, zeigten immer noch dasselbe charakteristische Spektrum, nur mit geringerer Intensität; der Verf. glaubt, daß auch hier das Wasser ein wesentlicher Bestandteil des Kristallgitters ist. Beim Erhitzen zerfällt der Kristall in die einzelnen Massenelemente, aus denen das Wasser entfernt ist. Das nach dem Erhitzen beobachtete Spektrum rührt von Kristallen her, die ihr Wasser noch nicht abgegeben haben und daher unverändert blieben. Es kann nach diesem Befunde nicht erwartet werden, daß eine regelmäßige Regeneration durch Aufnahme fremder Substanzen eintritt, vielmehr muß eine solche Aufnahme als eine Art Adsorption betrachtet werden.

GAISSER.

R. Seeliger und G. Mierdel. Anregung der Atome zur Lichtemission durch Elektronenstoß. I. Experimentelle Bestimmung der Anregungsfunktion. *ZS. f. Phys.* 1, 355—364, 1920. Verf. verstehen unter Anregungsfunktion einer Frequenz, abgesehen von gewissen hier unwichtigen Einzelheiten, die Abhängigkeit der in dieser Frequenz unter sonst gleichen Umständen bei Anregung durch Elektronenstoß emittierten Energie von der Geschwindigkeit der Elektronen (vgl. Seeliger, *Ann. d. Phys.* (4) 59, 613, 1919). Um einen Überblick für die Untersuchung des hier vorliegenden Problems zu bekommen, wird zunächst ein Elektronenstrahl kontinuierlich abnehmender Geschwindigkeit hergestellt und der leuchtende Strahl wird auf den parallel gestellten Spalt des lichtstarken Spektographen abgebildet, so daß der Schwärzungsverlauf der Spektrallinien ein Maß für die Abhängigkeit der ausgesandten Intensität von der Geschwindigkeit der erregenden Elektronen liefert. Hierzu dient folgende Versuchsanordnung: Die an einer Wehneltkathode K erzeugten Elektronen treten durch einen Schlitz von 1×3 mm der gegenüberstehenden ebenen Anode A in ein verzögerndes Feld zwischen A und einer zweiten parallelen Metallplatte K' . Die Spannungsdifferenz KA beträgt 230 Volt, AK' 310 Volt, so daß die Elektronen im verzögernden Feld umkehren und den gleichen Weg zurücklaufen. Der Gasdruck ist etwa $1,003$ mm Hg und wird nach der Strömungsmethode konstant gehalten. Als Gasfüllung kam vorläufig reiner Wasserstoff zur Verwendung, der durch Kühlung mit fester Kohlensäure in Äther von Hg-Dampf befreit werden konnte. Das schmale Elektronenbündel erzeugt einen leuchtenden Streifen im Gas, der auf den ihm parallel stehenden Spalt eines lichtstarken Spektographen abgebildet wird; der Schwärzungsverlauf der entstehenden Spektrallinien wird ausphotometriert. Zur Beurteilung der Geschwindigkeit der Elektronen in verschiedenem Abstand zwischen A und K' werden Elektronen bekannter Anfangsgeschwindigkeit in das Feld AK' hineingeschossen und die Stelle bestimmt, wo der Strahl aufhört zu leuchten, und daraus der Umkehrpunkt des Strahles ermittelt. So wird die Abweichung des Potentialverlaufs vom linearen Abfall zwischen den Platten festgestellt.

Es ergibt sich für die verschiedenen Spektrallinien der Balmer-, des Viellinien- und des Quecksilberspektrums bei einer bestimmten Geschwindigkeit der erregenden Elek-

tronen ein Maximum der Schwärzung, also eine bestimmte maximale Energie. Die betreffende Elektronengeschwindigkeit in Volt beträgt für die verschiedenen Linien:

Balmerserie	H_{β} 90	H_{γ} 120	H_{δ} 150
Viellinien	40		
Hg 4358, 4047	30		
Hg 4347, 4078	60		
Hg 4339	> 80		

Zwischen der Art des Schwärzungsverlaufs der Viellinien und ihrer elektrischen Aufspaltung beim Starkeffekt bestehen Beziehungen. Die Reihenfolge der Hg-Linien entspricht der der Zahl der Ladungen, die nach Stark die Träger der betreffenden Linien besitzen: das Intensitätsmaximum liegt bei um so höheren Geschwindigkeiten, je größer die Ladung der Träger ist.

Die Versuche sollen am Helium fortgesetzt werden. Bis dahin werden alle theoretischen Überlegungen zurückgestellt, auch die Frage, wie das Maximum der Intensität entsteht, wird vorläufig nicht diskutiert.

R. LADENBURG.

Arthur S. King. A study of the effect of a magnetic field on electric furnace spectra. Proc. Nat. Acad. 6, 65—66, 1920. Zur Untersuchung des Zeeman-Effektes werden meistens die Linien des Funkenspektrums verwendet. Nachdem in einer vorhergehenden Untersuchung (Proc. Nat. Acad. 6, 63—65, 1920) der elektrische Ofen mit großem Vorteil zum Studium der Absorptionsspektren verwendet worden war (siehe den vorangehenden Bericht), wird nunmehr der elektrische Ofen zum Studium des Zeeman-Effektes an Emissions- und Absorptionslinien verwendet. Wenn auch das Ofenspektrum nicht die dem Funkenspektrum eigentümlichen verstärkten Linien gibt, so treten doch die anderen Linien des Bogenspektrums und des Funkenspektrums im Ofenspektrum auf, wobei das Ofenspektrum den Vorteil bietet, daß es eine große Anzahl Linien liefert, die im Bogen oder im Funken nur sehr schwierig erzeugt werden können und für die der Zeeman-Effekt noch nicht untersucht worden ist. Ein weiterer Vorzug der Linien des Ofenspektrums (gegenüber dem Funkenspektrum) ist die große Schärfe seiner Linien für den Fall, daß der Ofen im Vakuum verwendet wird. Ein größerer Apparat ist noch im Bau begriffen; für die Messung des Zeeman-Effektes wurde zunächst ein einfacher Röhrenofen — Graphitröhre von 10 cm Länge — axial zwischen den Polen eines Weiss-Elektromagneten aufgestellt. Die Röhre und die Kontakte an den Enden wurden von einem wassergekühlten Mantel umschlossen. Ein Feld von 6500 Gauß trennte die normalen Zeeman-Komponenten der meisten Linien genügend stark, um genaue Messungen zu ermöglichen. Hauptsächlich wurden Messungen im Eisen- und Vanadiumspektrum vorgenommen. Ein Vergleich der dem Ofenspektrum und dem Funkenspektrum gemeinsamen Linien ergab keinen Unterschied in der Anzahl und Lage der Komponenten, so daß also die verschiedene Anregung des Spektrums in den beiden Fällen keinen Einfluß auf die magnetooptischen Eigenschaften der Linien zu haben scheint und die Untersuchungen im Ofen- und im Funkenspektrum beim Studium des Zeeman-Effektes einander ergänzen können; so wurden beim Eisenspektrum im Ofen einfache Triplets beobachtet an Linien, die im Funken nur ganz schwach emittiert werden. Der inverse Zeeman-Effekt wurde beobachtet durch Hervorbringung der Absorption, wie sie in der vorhergehenden Arbeit über die Absorptionsspektren im elektrischen Ofen beschrieben wurde. In bezug auf die Art und die Größe der Trennung zeigte sich dabei kein Unterschied zwischen dem Zeeman-Effekt im Emissions- und im Absorptionsspektrum. Zum Schlusse wird auf die nunmehr vorhandene Möglichkeit des Vergleichs mit den Absorptionslinien des Sonnenspektrums und den Nutzen eines solchen

Vergleichs hingewiesen. Zahlenwerte für den bei den verschiedenen Linien des Ofenspektrums gemessenen Zeeman-Effekt werden in dieser vorläufigen Mitteilung nicht angegeben. H. ERFLÉ.

Arthur S. King. Preliminary observations of the Zeeman Effect for electric furnace Spectra. *Astrophys. Journ.* **51**, 107—120, 1920. SCHEEL.

Torsten Swensson. Lichtelektrische Untersuchungen an Salzlösungen. *Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi* **7**, Nr. 19, 142 S., 1919. Nach einer ausführlichen historischen Einleitung werden zunächst eigene Versuche beschrieben: In einer Zelle, die aus einer in verschiedene Salzlösungen eintauchenden Pt-Platte besteht, werden gegenüber einer durch einen kapillaren Hahn mit ihr verbundenen Normalelektrode durch Belichtung mit einer Hg-Bogenlampe Potentialdifferenzen erzeugt, die in ihrem zeitlichen Verlauf durch ein Kompensationsverfahren gemessen werden. Es werden untersucht wässrige Lösungen von Kobalt-, Ni-, Fe-, Mn-, Zn-, Mg-, Cu-, K-Salzen, und zwar meist die Chloride und Sulfate; ferner Schwefelsäure, Salzsäure, Kaliumbichromat und Ferrocyankalium. Bei Belichtung ändert sich das Potential allmählich im positiven oder negativen Sinne — je nach der Natur des gelösten Salzes; dabei strebt es zuweilen einem Grenzwert zu, häufig aber ändert es sich dann wieder in umgekehrter Richtung, manchmal sogar über den Anfangswert hinaus —, so daß etwa unmittelbar nach Einsetzen der Belichtung das Potential stark sinkt, dann allmählich wieder steigt und schließlich sogar positive Werte annimmt. Nach Aussetzen der Belichtung wird ein derartiges Überschreiten des ursprünglichen Nullwertes im entgegengesetzten Sinne fast stets beobachtet. Die Belichtung der Elektrode selbst ist unwesentlich, nur gehen die Prozesse desto schneller vor sich und es werden desto höhere Potentiale erreicht, in je größerer Nähe der Elektrode die Lösung belichtet wird. Bei hinreichender Lichtstärke ist die Wirkung proportional der Konzentration und nimmt mit dieser zu; umgekehrt ist sie proportional der Lichtstärke bei großer Konzentration; dagegen ist der Effekt bei geringerer Lichtstärke von der Konzentration, bei geringerer Konzentration von der Lichtstärke immer mehr unabhängig. Die wirksame Strahlung wird durch Glas abgeblendet und gehört demnach dem Ultraviolett an. Eine analoge Wirkung von Röntgenstrahlen scheint nicht sicher nachgewiesen. Schließlich werden auf Grund theoretischer Überlegungen noch eine Anzahl von Formeln für den zeitlichen Verlauf, die Abhängigkeit von der Konzentration usw. abgeleitet, die mit den experimentellen Ergebnissen gut übereinstimmen. PETER PRINGSHEIM.

W. W. Coblentz and H. Kahler. The Spectral Photoelectric Sensitivity of Molybdenite as a Function of the Applied Voltage. Abstract of a paper presented at the Philadelphia meeting of the American Physical Society, October 11, 1919. *Phys. Rev.* (2) **14**, 534—536, 1920. Die früheren Resultate über die „photopositive“ Wirkung des Lichtes auf Molybdänglanz, die in einer Erhöhung des elektrischen Leitvermögens während der Bestrahlung besteht, werden bestätigt. Diese Wirkung ist aber allein auf Licht großer Wellenlängen ($\lambda > 647 \mu$) beschränkt und besitzt in diesem Spektralgebiet mehrere relative Maxima. Für Wellenlängen unterhalb 647μ überlagert sich dem photopositiven ein „photonegativer Effekt“: eine Verminderung der elektrischen Stromstärke infolge der Belichtung, und zwar bildet sich der letztere langsamer aus als der erstere, d. h. unter Umständen erhält man unmittelbar nach dem Einsetzen der Bestrahlung eine Erhöhung, nach einiger Zeit eine Verminderung der Stromstärke, und diese besitzt eine gewisse Trägheit, sie dauert noch nach Beendigung der Belichtung länger an, um erst allmählich zu verschwinden. Die Stärke des photonegativen Effektes ist wesentlich von der angelegten Spannung abhängig. Bei geringen Poten-

tialdifferenzen (unter 10 Volt) überwiegt die positive Wirkung unbedingt, bei höheren Spannungen (20 bis 30 Volt) tritt die negative Wirkung mehr in den Vordergrund, aber erst von einem bestimmten ziemlich scharf definierten „kritischen Potential“, das einigermaßen von der Temperatur abhängt (in einem Falle, der angegeben wird: bei 33 Volt), wächst sie sehr rasch an und beträgt dann zuweilen ein Vielfaches des ursprünglichen photopositiven Effektes. Es handelt sich hier offenbar nicht nur um eine Verminderung der Stromstärke, sondern um eine direkte Umkehr der Stromrichtung, verursacht durch eine von dem Licht (nicht aber durch die lokale Erwärmung) hervorgerufene gegenelektromotorische Kraft. Die Versuche wurden bei Temperaturen zwischen -100 und -178°C ausgeführt.

PETER PRINGSHEIM.

E. Warburg. Über den Energieumsatz bei photochemischen Vorgängen. IX. Photochemische Umwandlung isomerer Körper ineinander. Berliner Ber. 1919, 960—974. Die Versuche betreffen die unter dem Einfluß des Lichtes in wässriger Lösung erfolgende Umwandlung der Maleinsäure in die mit ihr stereoisomere Fumarsäure und umgekehrt. Da die Verbrennungswärmen der beiden Säuren nur wenig voneinander verschieden sind, so sind die bei diesen beiden Umwandlungen sich betätigenden Energiemengen klein. Wässrige Lösungen der beiden Säuren wurden 10 bis 40 Minuten lang der Bestrahlung durch die Wellenlängen $0,207$, $0,253$ und $0,282\mu$ ausgesetzt. Eine Veränderung des Titors der Lösungen, die auf eine neben der Umwandlung stattfindende Zersetzung hingewiesen hätte, fand dabei nicht statt. Die Analyse der Lösungen fand nach dem von Kailan (ZS. f. phys. Chem. **87**, 333, 1914) angewandten Verfahren durch Messung des elektrischen Leitvermögens statt. Zu dem Ende werden, wenn es sich z. B. um die Umwandlung der Fumarsäure (1) in Maleinsäure (2) handelt, $\gamma_1 \text{ cm}^3$ der n -normalen Lösung von Fumarsäure mit $\gamma_2 \text{ cm}^3$ der n -normalen Lösung von Maleinsäure gemischt, worauf man das Leitvermögen κ des Gemisches mißt. Ist κ_0 dasjenige der reinen Fumarsäure, so erhält man dadurch die Werte von $\kappa/\kappa_0 - 1 = y$ in ihrer Abhängigkeit von dem Werte des Quotienten $\gamma_2/\gamma_1 = x$. Hat man diese Funktion innerhalb der erforderlichen Grenzen von x bestimmt, so ergibt sich umgekehrt der Wert von x aus dem nach der Photolyse gefundenen Werte von y , und beträgt das photolytierte Flüssigkeitsvolumen $u \text{ cm}^3$, so ist außerdem $\gamma_1 + \gamma_2 = u$. Aus beiden Gleichungen folgt $\gamma_2 = u \cdot x / 1 + x$, und da 1000 cm^3 der n -(molar-) normalen Lösung 1 Mol der Säure, sonach $\gamma_2 \text{ cm}^3 \gamma_2 \cdot n \cdot 10^{-3}$ Mol der Säure enthalten, so ist die Menge der entstandenen Maleinsäure $m_2 = u \cdot n \cdot 10^{-3} \cdot x / 1 + x$ Mol. Ist ferner E die bei der Photolyse absorbierte Strahlung in g-cal, so ist die gesuchte spezifische photochemische Wirkung Φ_1 für die Umwandlung der Fumar- in die Maleinsäure m_2/E , falls m_2 verschwindend klein ist. Ist dies nicht der Fall, so ist die spezifische photochemische Wirkung größer als dieser Bruch, da die entstandene Maleinsäure einen Teil der absorbierten Strahlung aufnimmt und sich in Fumarsäure zurückverwandelt, so daß E in dem Quotienten m_2/E zu groß, m_2 zu klein angesetzt ist. Für die alsdann anzubringende Korrektur leitet der Verf. den Ausdruck

$$\Phi_1 = \frac{m_2}{E} \left(1 + \frac{m_2}{2m_0} \cdot \frac{\Phi_1 + \Phi_2}{\Phi_1} \right) = \Phi_1^0 \left(1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{x}{1+x} \cdot \frac{\Phi_1 + \Phi_2}{\Phi_1} \right)$$

ab, in dem Φ_1^0 der unkorrigierte Wert von Φ_1 ist. m_0 bedeutet die Anzahl der ursprünglich vorhandenen Mol Fumarsäure, Φ_2 die spezifische photochemische Wirkung für die Umwandlung der Malein- in Fumarsäure. Weiter wird noch abgeleitet, daß in dem bei fortgesetzter Bestrahlung sich einstellenden stationären Zustande der Prozentgehalt an Maleinsäure

$$100 \cdot \frac{m_2}{m_0} = \frac{\Phi_1}{\Phi_1 + \Phi_2}$$

wird. Das der Photolyse unterworfenen Flüssigkeitsvolumen war nicht größer als $2,49 \text{ cm}^3$. Die Widerstandsmessungen erfolgten daher in einem besonders gebauten Widerstandsgefäß in Gestalt einer U-förmigen Röhre aus Quarz (Schenkeldurchmesser 8 mm, kürzester Abstand der Schenkel 7 mm). Die horizontal stehenden kreisförmigen Platinelektroden waren an Platindrähte angeschweißt, die in Glasröhren eingeschmolzen waren. Diese waren in Messingröhren eingekittet, die in Messinghülsen um ein durch eine Schlitzführung genau bestimmtes Stück in vertikaler Richtung verschoben werden konnten, wodurch ein gewisses Stück der Flüssigkeitssäule bei der Widerstandsmessung ausgeschaltet wurde. Diese erfolgte in der Wheatstoneschen Brücke mit Wechselstrom von der Frequenz 50/sec und der effektiven Spannung 8 Volt mit einem Vorschaltwiderstand von 5000 Ohm in einem Wasserbade von $17,94^\circ$. Das Widerstandsgefäß befand sich in dem Zweige 4 zusammen mit einem Rheostaten, der daran grenzende Zweig 1 enthielt einen Kondensator C zur Kompensation der Polarisationskapazität C_4 . Dem Zweige 4 liegt Zweig 2, dem Zweige 3 Zweig 1 gegenüber. Die Brücke befindet sich zwischen den Verzweigungspunkten 1 2 und 3 4. Ist sie stromlos, so gelten die Gleichungen

$$C_1 = \frac{1}{C_4 \cdot \omega^2 \cdot R_1 R_4}, \quad R_4 = R_3 \cdot \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{1}{1 + (R_1 C_1 \omega)^2},$$

wenn C_1 die Kapazität des Kondensators C (höchstens 0,004 Mikrofarad) und ω die Kreisfrequenz $50 \cdot 2\pi$ bezeichnet. R_1 betrug 5000, R_2 2000 Ohm, so daß $(R_1 C_1 \omega)^2$ rund $4 \cdot 10^{-8}$ und die Wheatstonesche Bedingung $R_4 = R_3 \cdot R_1 \cdot R_2$ (wobei R_4 den elektrolytischen Widerstand bezeichnet) praktisch erfüllt war. Macht man, während sich die Elektroden in der oberen Stellung befinden und der Rheostat in 4 ausgeschaltet ist, die Brücke stromlos, so ist $R_4 = \frac{5}{2} \cdot R_3$. Senkt man dann die Elektroden in die untere Stellung und schaltet aus dem im Zweige 4 befindlichen Rheostaten so viel Widerstand r_4 ein, daß die Brücke wieder stromlos ist, so ist der Widerstand der ausgeschalteten Flüssigkeitssäule gleich r_4 . Führt man die beiden Messungen für zwei verschiedene Elektrolyte aus, so erhält man zwei unabhängige Bestimmungen für das Verhältnis ihres Leitvermögens. Zur Kontrolle wurde das Leitvermögen κ der 0,0102-normalen Lösung von Fumarsäure und von Maleinsäure mit demjenigen einer 0,01-normalen Lösung von Kaliumchlorid verglichen und daraus das molekulare Leitvermögen μ der beiden Säuren berechnet. Der Verf. findet (für $17,94^\circ$) für die Fumarsäure $\mu = 87,7$, für die Maleinsäure $\mu_2 = 217,2$, während sich aus den Messungen von Ostwald für dieselbe Temperatur die etwas höheren Werte 89,5 und 220,2 berechnen. In den bei der Messung angewandten Gemischen der Lösungen beider Säuren hatte x^2 die Werte 0,02, 0,025, 0,05, 0,1 und 0,2, wenn sie Fumarsäure neben wenig Maleinsäure enthielten; waren sie aus Maleinsäure neben wenig Fumarsäure hergestellt, so war $x = 0,01, 0,02, 0,03, 0,04$ und 0,1. Durch Interpolation, für die lineare Formeln sich als ausreichend erwiesen, wurden die Werte von y für die dazwischen liegenden Werte von x ermittelt. Die Berechnung des Leitvermögens der Gemische der Lösungen auf Grund der Theorie der isohydrischen Lösungen von Arrhenius, die der Verf. ausführt, liefert das Ergebnis, daß die Unterschiede zwischen Theorie und Beobachtung nicht erheblich sind.

Das Belichtungsgefäß war aus einem U-förmigen, 0,49 mm dicken Bügel aus Quarz hergestellt, gegen den zwei 1 mm dicke Platten aus Bergkristall mittels Schrauben leicht angepreßt wurden. Ein sehr dünner, nicht sichtbarer Ölüberzug der sorgfältig polierten Oberflächen gewährleistete einen wasserdichten Verschuß. Als Rührer diente ein aus einem 2,4 mm dicken Quarzglasstabe scharf U-förmig gebogener Bügel, der durch einen Elektromotor in pendelnde Bewegung (45 Hin- und Hergänge in der Minute) versetzt werden konnte. Gemessen wurde das Leitvermögen der Lösungs-

gemische, je nachdem sie während fünf Minuten unbestrahlt oder bestrahlt in der Zelle verweilt hatten. Die Versuche ergaben, daß man in ruhender Flüssigkeit zu kleine Werte der spezifischen photochemischen Wirkung Φ erhält; der Fehlbetrag ist um so größer, je stärker die Absorption und je größer die Umwandlungsgeschwindigkeit ist. Am größten erwies sich der Einfluß des Rührens, wenn Fumarsäure mit der Wellenlänge $\lambda = 0,207 \mu$ bestrahlt wurde; die Werte von Φ sind hier bei gerührter Flüssigkeit das 1,7fache von denjenigen bei nicht gerührter. Wird dagegen Maleinsäure mit derselben Wellenlänge bestrahlt, so ist der Einfluß des Rührens nur gering. In der folgenden Tabelle sind die nach der oben angegebenen Formel korrigierten Werte der spezifischen photochemischen Wirkung Φ nebst den Werten von A , d. h. dem absorbierten Bruchteil der auffallenden Strahlung zusammengestellt:

λ	Fumarsäure.				Maleinsäure.			
	A	$\Phi \cdot 10^5$	A	$\Phi \cdot 10^5$	A	$\Phi \cdot 10^5$	A	$\Phi \cdot 10^5$
	$n = 0,0102$		$n = 0,00306$		$n = 0,0102$		$n = 0,00514$	
0,207	1	0,0759	1	0,0587	1	0,0233	1	0,0269
0,253	1	0,0872	0,95	0,0777	0,99	0,0380	0,97	0,0432
0,282	0,857	0,1329	0,533	0,0982	0,725	0,0319	0,531	0,0346

In den Fällen, in denen A 95 bis 99 Proz. beträgt, läßt sich auf den Absorptionskoeffizienten kein Schluß ziehen, da die durchgelassenen 1 bis 5 Proz. von falscher Strahlung herrühren können. Für $\lambda = 0,282$ ist Maleinsäure durchlässiger als Fumarsäure. Die spezifische photochemische Wirkung ist für Fumarsäure größer als für Maleinsäure, in dem bei fortgesetzter Bestrahlung eintretenden stationären Zustande ist daher die letztere begünstigt. Nach der oben mitgeteilten Formel erhält man, wenn man Φ_1 und Φ_2 als nur von der Gesamtkonzentration abhängig ansieht, die folgenden Prozentgehalte an Maleinsäure im stationären Zustande:

λ	$n = 0,0102$	$n = 0,00306$
0,207	76,4	68,3
0,253	69,6	63,5
0,282	80,6	76,0
Mittel	75,5	69,2

Für die Φ -Werte der Maleinsäure bei $n = 0,00306$ wurden dabei auf Grund einer kleinen Extrapolation die Zahlen 0,0273, 0,0447 und 0,0310 gesetzt. Die Ergebnisse stimmen mit denjenigen, die Kailan erhielt, im großen und ganzen überein, woraus folgt, daß die bei der Berechnung benutzte Annahme der Konstanz von Φ jedenfalls nahezu richtig ist. Ein genauer Vergleich ist wegen der Verschiedenheit der benutzten Konzentrationen unmöglich. Die Wellenlänge übt einen wiewohl nicht bedeutenden Einfluß aus. Ebenso ist der Einfluß der Konzentration nicht groß; bei der Fumarsäure nimmt Φ mit wachsender Konzentration zu, bei der Maleinsäure ab. Würde jede absorbierende Molekel eine Umwandlung erfahren, so wäre

$10^{-5} \cdot \Phi$ für $\lambda = 0,207$	0,253	0,282
	0,73	0,99

Tatsächlich belaufen sich die Werte nur auf $0,03 \cdot 10^{-5}$ bis $0,13 \cdot 10^{-5}$, woraus folgt, daß nur ein kleiner Teil der Molekeln umgewandelt wird. Der Verf. entwickelt folgende Ansicht über den Vorgang. Ein Quantum stellt eine verhältnismäßig große Energiemenge dar, die, der Molekel eines einatomigen Gases zugeführt, Temperaturerhöhungen von 46 000, 38 000 oder 34 000° hervorbringen würde, je nachdem das Quantum den Wellenlängen 0,207, 0,253 oder 0,282 zugehört. Durch die Aufnahme eines solchen Quantums werden daher die Bestandteile der Molekel weit auseinander

getrieben, und damit ist die primäre Wirkung der Strahlung beendet. Der nunmehr folgende Vorgang der Wiedervereinigung der getrennten Bestandteile ist von der Strahlung unabhängig. Ob dabei die ursprünglichen oder die isomeren Molekeln entstehen, wird eine Frage der Wahrscheinlichkeit sein, indem die Strahlung die verschiedenen Molekeln in verschiedenen Zuständen zurückläßt. Der Versuch lehrt auf diesem Standpunkte, daß die meisten Molekeln in die ursprüngliche Konfiguration zurückkehren, in noch höherem Maße bei der instabileren Maleinsäure als bei der stabileren Fumarsäure. Bei der Fumarsäure nimmt Φ mit wachsender Wellenlänge zu, was bei der Photolyse von Lösungen noch nicht beobachtet wurde und der Theorie von Einstein qualitativ entspricht. Beim Übergang von $\lambda = 0,253$ zu $\lambda = 0,282$ wächst indes Φ für Fumarsäure viel schneller, als nach jener Theorie zu erwarten ist, und nimmt für Maleinsäure sogar ab. Es zeigt sich also auch hier, daß der Einfluß der Wellenlänge auf die photochemischen Wirkungen sich nicht in der Bestimmung der Zahl der absorbierenden Molekeln erschöpft. Die photochemische Umwandlung gelöster Isomeren ineinander gehört zu den Fällen, in denen die erweiterte Quantentheorie zwar nicht zu quantitativen Bestimmungen führt, aber als einzige theoretische Führerin auf dem Gebiete der Photochemie zur Aufklärung der Vorgänge viel beiträgt.

BÖTTGER.

J. Plotnikow. Photochemische Studien. X. Die mathematische Theorie der photochemischen Kinetik. ZS. f. wiss. Photogr. 19, 225—274, 1920. Der Verf. stellt Gleichungen für den zeitlichen Verlauf von photochemischen Reaktionen auf, die unter gewissen typischen Bedingungen verlaufen. Es wird untersucht, welche Gestalt die Gleichungen für den Fall sehr starker bzw. sehr schwacher Lichtabsorption, für die gebräuchlichsten Formen der Reaktionsgefäße und bei verschiedenen Typen von Absorptionskurven annehmen.

V. HALBAN.

O. Stern und M. Volmer. Bemerkungen zum photochemischen Äquivalentgesetz vom Standpunkt der Bohr-Einsteinschen Auffassung der Lichtabsorption. ZS. f. wiss. Photogr. 19, 275—287, 1920. Die Verff. wenden sich gegen die von Warburg und Nernst gemachte Annahme, daß der primäre Vorgang bei Lichtreaktionen in einer Spaltung der Moleküle des absorbierenden Stoffes bestehe. Denn nach dieser Annahme dürfte die Chlorknallgasreaktion, entsprechend der Dissoziationswärme des Chlors, die nach Nernst etwa 106 kcal beträgt, nicht, wie es tatsächlich der Fall ist, bei etwa 400 μ , sondern erst von 265 μ abwärts lichtempfindlich sein. Andererseits schließen die Verff. aus der früher (diese Berichte, S. 52) von ihnen festgestellten sehr kleinen Abklingungszeit der Fluoreszenz des Joddampfes, daß die Lichtabsorption dort keine Spaltung der Moleküle zur Folge hat, obwohl die Dissoziationswärme nur 36 kcal beträgt und mit Licht von 456 μ erregt wurde.

Die Verff. machen nun die Annahme, daß die Moleküle durch die absorbierte Lichtenergie nicht in Atome gespalten, sondern in einen neuen Quantenzustand versetzt werden. Diese energiereicheren Moleküle können entweder mit anderen Molekülen chemisch reagieren oder ihre Energie durch Ausstrahlung abgeben oder sie durch Zusammenstoß mit anderen Molekülen verlieren.

Von dem Standpunkt dieser Annahme werden dann einige Lichtreaktionen diskutiert.

V. HALBAN.

E. Sernagiotto. Azioni chimiche della luce. Lincei Rend. (5) 28 [1], 432—436, 1919. Äthylalkohol wird für sich im Sonnenlichte nicht oxydiert; fügt man ihm aber Oxalsäure bei, so wandelt er sich in Kohlendioxyd, Acetaldehyd, Ameisensäure und Essigsäure um. Der verschlossene, den Alkohol enthaltende Kolben von 2 Liter Inhalt, der

2,5 g Äthylalkohol, 4 g Oxalsäure, 100 g Wasser und im übrigen Sauerstoff enthält, wurde den Sonnenstrahlen vom Januar bis zum November ausgesetzt. Glycerin gibt bei Gegenwart von Oxalsäure unter ähnlichen Versuchsbedingungen ein Oxydationsprodukt, welches Fehlingsche Lösung reduziert. Thiophen erfährt ohne die Anwesenheit von Oxalsäure eine Oxydation zu Kohlendioxyd, Ameisensäure und geringen Mengen von Oxal- und Schwefelsäure. Der 3 Liter fassende, außer Sauerstoff 5 g Thiophen und 100 cm³ Wasser enthaltende Kolben war den Sonnenstrahlen von Mai bis November ausgesetzt. Die Lösung von 12,5 g Benzophenon und 12,5 g Dibenzyl in 25 cm³ Benzol geht bei der Insolation in eine kristallinische Masse von Benzophenonpinakon über. Aus dem flüssig gebliebenen Anteil scheiden sich nach dem Abdestillieren des Benzols Kristalle einer Verbindung C₂₇H₂₄O ab, die als ein Kondensationsprodukt je einer Molekel Benzophenon und Dibenzyl anzusehen ist. Aus einer Lösung von 7 g Chinon in 100 cm³ Toluol scheiden sich im Sonnenlichte Kristalle von Hydrochinon und Chinhydron ab, während der größte Teil des Toluols unverändert bleibt und nur kleine Mengen Benzaldehyd entstehen. Aus einem Gemisch von 400 g Aceton und 600 g Isoamylalkohol entstehen im Sonnenlichte (März bis November) kleine Mengen von Isopropylalkohol, ferner zwei Kondensationsprodukte, das Dimethylisobutyläthylenglykol, (CH₃)₂.CH.CH₂.CH(OH).C(OH).(CH₃)₂, und das Diisobutyläthylenglykol, (CH₃)₂.CH.CH₂.CH(OH).CH(OH).CH₃.CH.(CH₃)₂.

BÖTTGER.

Carl Renz. Zur Photochemie des Thallochlorids. *Helv. Chim. Acta* 2, 704—717, 1919. Thallochlorid wird durch Licht unter Bildung von Thallophotochloriden verändert, wobei gewöhnlich die Farbenskala graubraun—dunkelgraubraun—schwarzbraun durchlaufen wird. Dabei entweicht nicht, wie beim Silberchlorid, Chlor, vielmehr entstehen intermediäre Thallo-Thallichloride. Salzsäure verhindert selbst in Spuren die Bildung des Thallophotochlorids. Bei längerer Belichtung entstehen auch hier infolge der Photolyse je nach der Konzentration der Salzsäure verschiedene gelbe Thallo-Thallichloride. Salpetersäure und Schwefelsäure verhindern ebenfalls die Entstehung des Thallophotochlorids. Ammoniak, Äthylamin und eine Anzahl organischer Flüssigkeiten (Alkohol, Glycerin, Toluol, Xylol, Pyridin) befördern als kräftige Sensibilisatoren die Schwärzung. Ebenso wirken auch manche anorganische Salze, besonders Carbonate, ferner Kaliumnitrat. Je nach der Darstellungsmethode machen sich konstante Unterschiede in der relativen Lichtempfindlichkeit des Thallochlorids bemerkbar. Das mit Metallchloriden (Lithium-, Natrium-, Kalium-, Rubidium-, Cäsium-, Ammonium-, Calcium-, Magnesiumchlorid) gefällte Thallochlorid verändert sich rascher als das mit Salzsäure gefällte, auch wenn dieses vorher erschöpfend ausgewaschen würde. BÖTTGER.

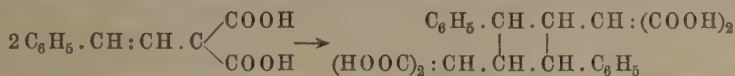
M. Padoa. Sulle azioni fotochimiche nei cristalli ottenute mediante la luce polarizzata. *Lincei Rend.* 28 [2], 372—377, 1919. Versuche über die Einwirkung des polarisierten Lichtes auf lichtempfindliche kristallinische Stoffe, um festzustellen, ob in ihnen in bezug auf die Lichtwirkung besonders bevorzugte Richtungen vorhanden sind, hat zuerst F. Weigert (*ZS. f. Elektrochemie* 1918, 222) ausgeführt. Er hat an Kristallen des β -Tetrachlor- α -Ketonaphthalins nachgewiesen, daß je nach der Orientierung der Kristalle in bezug auf die Polarisationssebene die Lichtwirkung ein Minimum oder ein Maximum erreicht, und gelangt zu dem Ergebnis, daß die Phototropie nicht in einer chemischen Umwandlung besteht, sondern von einer besonderen Anordnung der Atome herrührt, die dem Raumgitter besondere optische Eigenschaften verleiht. Der Verf. ist dagegen auf Grund der von ihm ausgeführten Messungen der Geschwindigkeit, mit der sich die phototropischen Vorgänge vollziehen, zu dem Ergebnis gelangt, daß es sich bei der Phototropie um umkehrbare durch das Licht bewirkte Polymerisationen handelt; die Phototropie scheint ihrem gesamten Charakter nach

mit den eigentlichen photochemischen Vorgängen übereinzustimmen. Der Verf. hat das polarisierte Licht auf drei kristallisierte organische Verbindungen einwirken lassen, von denen es bekannt ist, daß sie photochemische Umwandlungen erfahren, und berichtet über die dabei gewonnenen Ergebnisse.

1. Zimtsäure, aus alkoholischen Lösungen in Form abgeplatteter, parallelepipedischer Kristalle erhalten, kann dem Sonnenlicht mehrere Stunden lang ausgesetzt werden, ohne daß die Kristalle sich trüben. Bei längerer Einwirkung werden die Kristalle trüb und gehen in die imere α -Truxillsäure über. Wahrscheinlich beginnt die Lichtwirkung sogleich, und es bildet sich zunächst eine zuletzt übersättigte feste Lösung dieser Säure in der Zimtsäure. Wirkt statt des natürlichen polarisierten Licht ein, dessen Polarisationsebene einmal mit der Richtung eines Paares paralleler Kanten zusammenfällt, das andere Mal zu dieser Richtung senkrecht steht, so sind die Erscheinungen dieselben.

2. o-Nitrobenzaldehyd, aus der Lösung in Alkohol oder in Eisessig in Form grüner prismatischer Nadeln kristallisierend, wird unter dem Einfluß des Lichtes zunächst trüb, indem sich eine feste Lösung der entstandenen isomeren o-Nitrosobenzoesäure bildet, alsdann werden die Kristalle weiß, weil die Mischkristalle sich zersetzen. Legt man zwei möglichst gleiche prismatische Kristalle kreuzförmig auf einen Objektträger und belichtet diesen durch ein Polarisationsmikroskop, wobei die Achsen der Kristalle unter 45° zur Polarisationsebene geneigt sind und als Lichtquelle eine 100 kerzige Glühlampe dient, so wird derjenige Kristall, der dunkel erscheint, wenn man ihn durch den analysierenden Nicol betrachtet, durch den weiter fortgeschrittenen Zersetzungsprozeß stärker verändert als der andere.

3. Cinnamidenmalonsäure, in gelben, bei 208° schmelzenden Nadeln kristallisierend, wandelt sich im Lichte in eine imere weiße, bei 178° schmelzende Verbindung um:



Bildet man aus zwei Kristallen der Cinnamidenmalonsäure ebenfalls ein Kreuz, welches man unter das Polarisationsmikroskop derart legt, daß die Achse des einen Kristalls senkrecht zur Polarisationsebene des Lichtes steht, so bemerkt man zunächst keine Verschiedenheit an den Kristallen; beide bleiben vielmehr unverändert und durchsichtig. Bei längerer Einwirkung des Lichtes (nach $1\frac{3}{4}$ bis 3 Stunden je nach den Dimensionen der Kristalle) werden bei dem Kristall, dessen Achse senkrecht zur Polarisationsebene steht, mit Heftigkeit einzelne Teile losgelöst und bisweilen fortgeschleudert, bisweilen treten auch nur quer verlaufende Segmentierungen ein, die aber in dem vorerwähnten Kristall zahlreicher sind und früher erscheinen. Bei fortgesetzter Belichtung wird durch wiederholte Segmentierungen der ganze Kristall zerstört, und zuletzt sind nur noch die Kristalldrusen der imeren Verbindung sichtbar. Auch hier bilden sich nach der Annahme des Verf. zunächst feste Lösungen der imeren Verbindung in der monomeren, deren Vorhandensein durch die stetige Erniedrigung des Schmelzpunktes bewiesen wird.

Der Verf. weist einige der von F. Weigert zur Stütze seiner Ansicht angeführten Gründe zurück und stellt das zusammen, was zugunsten der von ihm vertretenen Ansicht spricht, die Phototropie gehöre zu den echten photochemischen Erscheinungen.

1. Die Phototropie ist ein umkehrbarer Vorgang, und die Umwandlung erfolgt bei Anwendung von Licht verschiedener Wellenlänge in beiden Richtungen. 2. Die Umwandlungsgeschwindigkeit folgt dem Massenwirkungsgesetz und ist der Lichtintensität proportional. 3. Die Zahlenwerte für die Temperaturkoeffizienten der phototropischen Umwandlungen entsprechen vollständig den für andere photochemische Umwand-

lungen gefundenen. 4. Diese Koeffizienten wachsen mit den Wellenlängen. 5. Die Phototropie ist in einigen Fällen auch in Lösungen beobachtet worden. 6. Die Kristallform, die nach F. Weigert bei der Belichtung des β -Tetrachlor- α -Ketonaphthalins unverändert bleibt, ist nur deshalb dieselbe geblieben, weil die Belichtung nicht bis zum Beginn der Zersetzung der Mischkristalle fortgesetzt worden ist. 7. Geradlinig polarisiertes Licht wirkt auf die Kristalle der phototropischen Verbindungen und auf diejenigen, die dauernde chemische Umänderungen erfahren, verschieden ein, je nach der Lage der Kristalle zur Polarisationsene. BÖTTGER.

Chr. Pfeiffer. Grundbegriffe der photographischen Optik in elementarer Darstellung. Mit 40 Textabbildungen und 7 photographischen Aufnahmen. 77 S. Leipzig, Theodor Thomas Verlag, ohne Jahreszahl. SCHEEL.

F. F. Renwick. The Fundamental Law for the true Photographic Rendering of Contrasts. Phil. Mag. (6) 39, 151—154, 1920. Der Verf. wiederholt hier — angeregt durch die unter dem gleichen Titel erschienene Arbeit von Porter und Slade [Phil. Mag. (6) 38, 187—197, 1919] (siehe auch diese Berichte, S. 440) — seine früheren (Phot. Journ. 51, 222, 1916) gegebenen Betrachtungen über den Einfluß der Form der „charakteristischen Kurven“ des Negativ- und Positivmaterials auf die Tonabstufung eines Positivbildes im Vergleich zu derjenigen des Originals, welches der Aufnahme zugrunde lag.

Seine Ausführungen sind wesentlich allgemeiner gehalten, als die von Porter und Slade in der angeführten Arbeit. Das Ergebnis ist, daß es möglich ist, bei gegebenen charakteristischen Kurven die Tonabstufung im Bild eines Originals von bekannter Tonabstufung vorherzusagen, bzw. zu bestimmen, welche Formen die charakteristischen Kurven haben müssen, damit die Tonabstufung des Bildes in irgend einer beliebigen geforderten Beziehung zu derjenigen des Originals steht. BAISCH.

Hans Schneider. Etwas über die Hefnerlampe. Prometheus 31, 289—292, 1920. SCHEEL.

Artur Korn. Über die Verwendung der Lichtempfindlichkeit des Solens für die Photometrie und die Bildtelegraphie. Dingl. Journ., Festschrift zum 100 jährigen Bestehen. S. 34—35, 1920. SCHEEL.

H. Hartridge. Colourimeter Design. Proc. Cambr. Phil. Soc. 19, 271—282, 1920. Verf. beschreibt ein Kolorimeter von etwas abgeänderter Form, bei dem eine Anzahl von Verbesserungen angebracht sind, die eine größere Genauigkeit der Messungen ermöglichen sollen. Es soll zunächst, um stets eine einwandfreie Ausleuchtung des Gesichtsfeldes zu haben, die Lichtquelle, eine kleine Glühlampe in einem innen versilberten, außen geschwärzten Messinggehäuse, fest mit dem Kolorimeter verbunden sein. Mit Hilfe eines Kollimators von 60 mm Brennweite und eines Objektivs von 180 mm Brennweite und 12 mm Öffnung wird die 4 mm große, mit einem Opalglas verdeckte Öffnung des Lampengehäuses in der Einstellebene des Okulars abgebildet. Dadurch werden die bei diffuser Beleuchtung oft eintretenden, zu Fehlern führenden Reflexionen an den Wänden der Tröge beseitigt. Die Länge der Lichtwege vom Objektiv bis zum Okularprisma ist streng gleich, und auf beiden Wegen erleidet das Licht eine gleiche Anzahl von Glas- und Silberreflexionen, damit Farbenänderungen durch einseitige Verwendung von Silberreflexionen ausgeschlossen sind. An Stelle des sonst üblichen Lummerschen Würfels wird ein Prismensystem benutzt, bei dem die Vereinigung der beiden Strahlenbündel durch Reflexion an der streifenförmig versilberten Hypotenusenfläche eines rechtwinkligen Prismas und Durchgang durch die

silberfreien Streifen der Hypotenuse erreicht wird. Die Anwendung eines derartigen Gesichtsfeldes, bei dem die Streifen abwechselnd von dem einen und dem anderen Bündel Licht erhalten, soll einerseits den Simultankontakt besser hervortreten lassen, andererseits die Fehler, die durch Nachbilder entstehen, verringern.

Das ganze Instrument, zu dem Vergleichsgefäße von konstanter Höhe gehören, ist mikroskopähnlich gebaut, und die Dickenänderung erfolgt durch einen Trieb, der gleichzeitig das Okular bewegt. Für die Anwendung von Doppeltrögen, deren einer das Lösungsmittel enthält, wird als Grund angegeben, daß eine bessere Kompensation der Fehler möglich ist, die durch die Absorption des Lösungsmittels, durch die verschiedene Reflexion und durch Anwesenheit anderer absorbierender Substanzen hervorgerufen werden.

Für die Genauigkeit wird 0,8 Proz. angegeben, doch hängt diese Zahl, die bei besonders günstigen Bedingungen noch auf die Hälfte verkleinert werden könnte, von physiologischen Einflüssen ab. Für einige Fälle empfiehlt sich, um den Kontakt zu vergrößern, die Einschaltung von Filtern, die ungefähr komplementär zu der Farbe der untersuchten Flüssigkeit sind.

SCHULZ.

Lassally. Die Beleuchtung bei kinematographischen Aufnahmen in der Technik. ZS. f. Beleuchtungsw. 26, 35—37, 58—59, 1920. Für alle kinematographischen Aufnahmen, die nicht im Freien vorgenommen werden können, also besonders bei technischen Aufnahmen in geschlossenen Fabrikräumen, ist eine intensive künstliche Beleuchtung nötig. Die Belichtungszeiten sind für Apparate mit umlaufender Blende im günstigsten Falle $\frac{1}{60}$ Sekunde, im ungünstigsten Falle $\frac{1}{12800}$ Sekunde. Die Verhältnisse werden günstiger bei kontinuierlich laufenden Films und optischem Ausgleich des Bildwechsels, wobei die Belichtungszeit von $\frac{1}{16}$ Sekunde bis zu $\frac{1}{4050}$ Sekunde schwankt. Da somit die Belichtungszeiten in gewissen Grenzen festgelegt sind, ist es im Gegensatz zur ruhenden Photographie nötig, die Beleuchtung nach der Belichtungszeit zu richten. Die Kinofilms sind stets hoch empfindlich und schwach orthochromatisch. Stark orthochromatische oder panchromatische Films würden eine weitere Steigerung der Lichtintensität auf das Sechsfache bedingen.

An Lampen für künstliche Beleuchtung kommen nur Bogenlampen in Frage. Die Quecksilberlampe wurde trotz ihres Reichtums an aktinischen ultravioletten Strahlen als nicht genügend panchromatisch und zu leicht zerbrechlich auf dem Gebiete der Spielfilmaufnahmen von den Kohlebogenlampen verdrängt. Ihr Wert für die technische Kinematographie ist jedoch noch nicht genügend erprobt, um ein definitives Urteil zu fällen. Von Kohlebogenlampen sind in die Praxis eingeführt die „Kinophotolumen“-Lampe der Bogenlampenfabrik von K. Weinert in Berlin, mit drei in Glasglocken unter Luftabschluß brennenden, nebeneinander geschalteten Bogenlampen mit passenden Vorschaltwiderständen für 110 und 220 Volt Gleich- und Wechselstrom. Hohe Spannung und Gleichstrom ist vorzuziehen. Der Stromverbrauch beträgt 45 Amp. Außerdem die Lampen der „Jupiter“ elektrophotographischen G. m. b. H., Frankfurt am Main, in den drei Typen der Zweilichtbogen- und Vierlichtbogenlampe und der Einlichtbogen-Sonneneffektlampe. In diesen Lampen brennen die Lichtbogen, offen hintereinander geschaltet, unter Verwendung von eisensalzhaltigen Kohlen mit Überlast. Der Stromverbrauch ist 20 bis 25 Amp. bei 220 Volt Gleich- oder Wechselstrom. Während der Belichtungszeit werden die Kohlen stärker überlastet. Die Lampen sind für horizontale Beleuchtung an leichten und doch stabilen fahrbaren Stativen befestigt und in der Höhe verstellbar. Beide Firmen stellen noch Oberlichtlampen und Handlampen her, letztere nur mit einem offenen Lichtbogen und zur Aufhellung der Schatten geeignet. Ein Vergleich der beiden Lampenarten liegt noch nicht vor. Ein

solcher müßte erfolgen durch Bestimmung des Wirkungsgrades nach $\text{Phot pro Watt} \times \text{kg}$ in den verschiedenen Farben und unter Verwendung von Kinofilms als Prüfungsmaterial.

HELMUTH SCHERRING.

G. F. Göthlin. Studien über die Energieschwelle für die Empfindung Rot in ihrer Abhängigkeit von der Wellenlänge der Lichtstrahlung. Svensk. Vetenskapsakad. Handl. (Stockholm) 58, Nr. 1, 89 S., 1917. In vier Abschnitten — I. Historischer Überblick II. Methodik, III. Die Energiemessungen, IV. Die optischen Messungen — wird die obige Frage behandelt. Zu den Untersuchungen ist ein besonderes Instrument benutzt, dem der Verf. den Namen Liminospektroskop gegeben hat. Der Spalt einer Nernstspaltlampe wird durch ein Kondensorsystem, zwischen dessen Teilen paralleler Strahlengang vorhanden ist, auf dem Spalt eines besonders gebauten Spektroskops von konstanter Ablenkung abgebildet, dessen Prisma mit Mikrometerschraube drehbar ist. Die Dispersion eines aus zwei Dispersionsprismen und einem Reflexionsprisma verkitteten Prismenkörpers beträgt $5^{\circ}30'$ für den Bereich *C* bis *F*. Eintritts- und Austrittsspalt sind Bilateralspalte nach Wadsworth. Vor dem Austrittsspalt kann ein Augendeckel oder ein Gaußsches Okular geklappt werden. Zur Begrenzung der Spalthöhe dient eine Keilblende nach Hartmann. Die Einstellung der Größe des Gesichtsfeldes geschieht mit Hilfe einer Irisblende, die zwischen Prismenkörper und Objektiv des Beobachtungsrohres sich befindet. Um diffuses Licht möglichst auszuschalten, können zwischen die Teile des Kondensors (in parallelem Strahlengang) Filter eingeschaltet werden (für 740 bis 840μ Filter nach R. W. Wood, für die Bereiche kürzerer Wellenlänge Wrattenfilter mit Bereichen von 655 bis 720μ und 570 bis 670μ). Die Abschwächung des Lichtes geschah durch Polarisationsprismen nach Glan-Thompson; der Polarisatorsteilkreis war auf $1'$ ablesbar. Für die Eichung des Liminospektroskops wurde Sonnenlicht benutzt (Zahlenwerte der Wellenlängen nach Rowland) und die langwelligeren Bereiche mit der Hartmannschen Dispersionsformel angeschlossen. Die spektrale Reinheit der für die Versuche benutzten Lichter war bei der Anordnung

$$d\lambda = 10,9\mu \text{ für } 620\mu \text{ mittlerer Wellenlänge,}$$

$$d\lambda = 17,9 \text{ " " } 840 \text{ " " " "}$$

Für die thermoelektrischen Messungen waren die Wellenlängendifferenzen in dem jeweils benutzten Spektralteil etwas größer ($16,2$ bis $28,4\mu$). Eine absolute Messung der Energie war nicht möglich, doch ist unter Verwendung einer Eisen-Konstantan-Thermosäule (vgl. Ann. d. Phys. (4) 33, 517, 1910 und S. Werner, Über lichtelektrische Elektronenemission bei Kathodenzerstäubungsschichten, Upsala 1913) eine Messung der relativen Grenzwerte erfolgt.

Die Messungen wurden von vier Personen ausgeführt, von denen drei normale Trichromaten waren, einer ein protanomal trichromatisches Auge besaß. Es wurde für mittlere Wellenlängen von 620 bis 840μ , in Stufen von 20μ steigend, die Lichtwahrnehmungs- und die Farbenwahrnehmungsschwelle bestimmt und unter Zugrundelegung der für die benutzten Nernstbrenner ermittelten relativen Strahlungswerte auf relative Energiewerte umgerechnet. Die Messungen wurden sowohl für eine Gesichtsfeldgröße von 3° (makulares Gesichtsfeld), als auch für $45'$ Durchmesser (foveales Gesichtsfeld) bestimmt, und zwar für vollkommene Dunkeladaptation und für Helladaptation (50 Lux).

Die Abhängigkeit der Energieschwelle E für die Empfindung Rot von der Wellenlänge λ läßt sich bei makularem Gesichtsfeld und Dunkeladaptation in dem Gebiet 620 bis 840μ für das normal trichromatische Sehorgan durch die Formel

$$E = e\lambda^{-B} \text{ oder } t_{g_{10}} E = a\lambda - b$$

drücken. Die Änderung der Konstanten A und B von Beobachter zu Beobachter ist nur unwesentlich. Für foveales Gesichtsfeld ist eine etwas kompliziertere Funktion anzunehmen. Für das helladaptierte Auge verschiebt sich die Energieschwelle; sie ist für foveales Gesichtsfeld 4- bis 5mal, für makuläres Gesichtsfeld 9- bis 50mal so hoch wie bei dunkeladaptiertem Auge. Bei dreiminütiger Adaptation auf helleres Himmelslicht (etwa 1300 Lux) nimmt die Energieschwelle für Rot in den peripheren Teilen der Makula 150- bis 500fach größere Werte an. Die Schwellenkurve der Stäbchen und diejenige der Zapfen laufen bei etwa 600μ für dunkeladaptierte, normal trichromatische Augen zusammen. Für kürzere Wellen ist die Energieschwelle der Stäbchen kleiner als die der Zapfen, wodurch das Auftreten eines photochromatischen Intervalls bedingt wird, welches für foveales Sehen im Zustande der Dunkeladaptation und bei Adaptation auf 50 Lux nicht existiert. Erst für Adaptation auf etwa 100 Lux tritt auch in der Fovea ein photochromatisches Intervall auf. Für den Protanomal trichromatischen Verfasser ist jedoch das Intervall im ganzen Bereich sehr ausgeprägt. Die Farbschwelle liegt im Durchschnitt 16mal höher als die Lichtschwelle, während die Farbschwelle gegenüber dem normalen Auge etwa 28mal höher ist (Bereich 680 bis 760μ). Für den Protanomen ist eine farblose Endrecke des sichtbaren langwelligen Spektrums vorhanden. Auf Grund eines Vergleiches mit Messungen von Langley für die Wellenlänge 600μ gibt Verf. die Größe seiner willkürlichen Energieeinheit mit etwa $1,5 \cdot 10^{-6}$ Erg/sec an, die auch gleichzeitig den geringsten Wert für Dunkeladaptation und foveales Sehen, erhalten für 620μ , darstellt. Die Werte der Konstanten a und b sind im Mittel

$$a = 0,02843, \quad b = 17,3129.$$

SCHULZ.

Schulz. Sehen und Messen. ZS. d. D. Ges. f. Mech. u. Opt. 1920, 25—28, 39—40, 49—52. Ausgehend vom Bau der Netzhaut werden Angaben über das kleinste und größte für Teilungen nutzbare Intervall gemacht und die Fehler bei Schätzungen von Teilintervallen erörtert. Für normale Sehweite ist das kleinste Intervall mit 7 mm, das größte mit 32,5 mm anzunehmen; der Fehler der Mittenschätzung liegt zwischen $\frac{1}{10}$ und $\frac{1}{20}$ Intervallbreite. Für Nonien sind bezüglich Genauigkeit der Ablesung und ihrer Abhängigkeit von der Strichlänge besondere Gesichtspunkte maßgebend, die sich aus den früheren Angaben von Wülfing, Schulz und v. Hofe ergeben.

Im zweiten Abschnitt wird der Einfluß der Beleuchtung auf die Sehschärfe und ihre Bedeutung für die Arbeitsleistung erörtert, wobei Angaben über die Flächenhelligkeit gebräuchlicher Lichtquellen gemacht werden, während im dritten Teile einige geometrisch-optische Täuschungen besprochen werden.

SCHULZ.

Hecht. Human retinal adaptation. Proc. Nat. Acad. 6, 112—115, 1920. Die theoretische Bearbeitung der Größe und des Verlaufes der Dunkeladaptation fehlte bislang, weil einerseits die Empfindlichkeit, auch wenn sie durch die Intensitäten ausgedrückt wird, keine Handhabe für die Behandlung bietet, andererseits aber die photochemische Wirkung des Lichtes im Auge nicht bekannt ist. Physiologische Versuche an niederen Entwicklungsformen haben bezüglich des ersten Punktes gezeigt, daß eine reversible Zersetzung einer lichtempfindlichen Substanz in zwei Komponenten gemäß den Gesetzen einer bimolekularen Reaktion vorliegt. Die Empfindlichkeit ist in jedem Augenblick der Konzentration der Komponenten proportional. Die durch die Lichteinwirkung erzeugte Konzentrationsänderung der Zersetzungsprodukte bei Schwellenreizen ist also ein Maß für die vorhandene Konzen-

tration selbst. Für die photolytische Wirkung E hat sich in Abhängigkeit von der Intensität J des erregenden Lichtes die Beziehung

$$E = \ln J$$

ergeben. Nimmt man ähnliche photochemische Prozesse auch im menschlichen Auge an, so lassen sich die Ergebnisse unmittelbar auf den Vorgang der Dunkeladaptation übertragen. Die Kurve der Dunkeladaptation muß dann das Gesetz für das Verschwinden der Zersetzungsprodukte angeben. Das Gesetz ist gegeben durch die Isotherme einer bimolekularen Reaktion

$$k = 0,0016 = \frac{1}{at} \cdot \frac{x}{a-x}$$

(vgl. Nernst, Theoretische Chemie, 7. Aufl., 1913, S. 589), worin t die Adaptationszeit und x die Menge der noch in der Netzhaut vorhandenen Zersetzungsbestandteile, die auch durch E gemessen werden kann, darstellt. Die Nagelschen Beobachtungen lassen sich sehr gut auf diese Weise wiedergeben. H. R. SCHULZ.

Sandro Lowy. Note on Ophthalmic Prescriptions requiring Toric Lenses. The Optician 58, 237—238, 1920. An Hand einiger einfacher Beispiele erläutert Verf. die Berechnung torischer Brillengläser. HINRICHS.

Charles Sheard. Some Important Factors in Modern Ocular Examinations. The Optician 58, 325—330, 1920. HINRICHS.

H. H. Emsley. On the Power of Lenses in Ophthalmic Work. The Optician 59, 95—99, 1920. Gemäß der im Jahre 1908 getroffenen Festsetzung der „British Optical Society“ sind die Positivgläser der Brillenkästen entsprechend der Stärke derjenigen Negativgläser des Brillenkastens, durch die die ersteren neutralisiert werden, numeriert. Wird an Stelle des für die Augenuntersuchung benutzten positiven Biglases ein anders geformtes Positivglas, z. B. ein Meniskus verschrieben, und haben beide Gläser eine solche Stellung zum Auge, daß die Entfernung ihres augenseitigen Scheitels von der Hornhaut dieselbe ist, so müssen, damit die Wirkung auf das zu korrigierende Auge in beiden Fällen die gleiche ist, die Schnittweiten beider Gläser identisch sein. Die Entfernung f_v des hinteren Brennpunktes vom augenseitigen Brillenglassscheitel ist gegeben durch den Ausdruck:

$$\frac{1}{f_v} = \frac{1 - d/n D_1}{D_1 + D_2 - d/n D_1 D_2},$$

wo D_1 und D_2 die Brechkraften der ersten bzw. zweiten Fläche, d die Mittendicke und n der Brechungsindex des Brillenglases sind. Ist c die halbe Öffnung des Brillenglases, e seine Randdicke, r_1 und r_2 die Krümmungsradien der beiden Flächen, so ist:

$$d = c^2 (1/r_1 - 1/r_2) + e = \frac{c^2}{2(n-1)} (D_1 + D_2) + e.$$

Nimmt man eine mittlere Öffnung von 38 mm an, so folgt hieraus für $n = 1,523$:

$$d/n = a(D_1 + D_2) + b,$$

wo $a = 0,0002266$, $b = 0,0004925$ bedeuten; also ergibt sich:

$$f_v = \frac{1 - D_1 [a(D_1 + D_2) + b]}{D_1 + D_2 - D_1 D_2 [a(D_1 + D_2) + b]}.$$

Für einen positiven Meniskus von der Grundkurve $D_2 = -6$ Dioptrien erhält man hieraus:

$$f_{m,v} = \frac{1 - D_{m,1} [a(D_{m,1} - 6) + b]}{D_{m,1} - 6 + 6 D_{m,1} [a(D_{m,1} - 6) + b]}$$

oder:

$$0,000\,226\,6\,D_{m,1}^2 (6f_{m,v} + 1) + D_{m,1} (0,994\,797\,f_{m,v} - 0,000\,867\,1) - (6f_{m,v} + 1) = 0.$$

Die Brechkraft des Meniskus ist dann:

$$D_m = D_{m,1} - 6 + \frac{6\,d_m}{n} D_{m,1}.$$

Der Meniskus von der Brechkraft D_m übt unter der oben getroffenen Voraussetzung bezüglich der Stellung zum Auge dieselbe Wirkung aus wie das Positivglas des Brillenkastens von der Brechkraft $D = D_1 + D_2 - \bar{d}/n\,D_1\,D_2$.

Ist D_v die Brechkraft des negativen Brillenglases, welches den Meniskus von der Brechkraft D_m neutralisiert, so muß sein:

$$D_v + D_m - \bar{d}/n\,D_v\,D_m,$$

wo \bar{d} jetzt die Entfernung der einander zugewandten Hauptpunkte des Systems aus Negativglas und Meniskus bedeutet. Dann ist:

$$\bar{d} = \frac{d_v}{n} \cdot \frac{D_{v,1}}{D_v} - \frac{d_m}{n} \cdot \frac{D_{m,2}}{D_m},$$

woraus sich der Wert von \bar{d} berechnen läßt. Für D_v ergibt sich dann:

$$D_v = \frac{-D_m}{1 - \bar{d}/n\,D_m}.$$

Verf. gibt eine tabellarische Zusammenstellung der Größen $D_{m,1}$, D_m und D_v für die D -Werte von 1 bis 20 Dioptrien.

HINRICHS.

A. E. Ewing. Test objects for the illiterate. The Optician 59, 47—55, 1920. Verf. gibt einen historischen Überblick über die seit 300 v. Chr. vorgeschlagenen Sehproben. Der erste, der sich mit der Bestimmung der Grenze der Auflösungsfähigkeit des menschlichen Auges beschäftigte, war Euklid (Euklides, Opera omnia, Heiberg & Menge, Leipzig 1895, V. 12, S. 16). Er stellte fest, daß die Seiten eines aus einer gewissen Entfernung betrachteten Quadrats nicht mehr geradlinig, sondern kurvenförmig erscheinen. 1623 stellte Dasca de Valdes (Uzo de los Aujos para todo Genero de Vistas, Sevilla) Versuche an, die Sehschärfe mittels Samenkörnern, die aus verschiedenen Entfernungen betrachtet wurden, und mittels Schriftproben festzustellen. 1674 stellte Hooke (Bisch, History of the Royal Society, 1757) fest, daß die Grenze des Auflösungsvermögens des Auges 1° beträgt. 1835/36 gibt Küchler eine Stufenfolge von Typen und bildlichen Darstellungen zur Bestimmung der Sehschärfe. 1854 bestimmt E. Jäger (Über Star und Staroperation nebst anderen Beobachtungen aus seines Vaters, Dr. Fr. Jäger, und aus der eigenen ophthalmologischen Praxis, Wien 1854) die Sehschärfe mittels eines im Sinne einer geometrischen Reihe fortschreitenden Liniensystems. 1860 schlagen Longmore und Streidinger Punktsysteme vor, die 1866 von Snellen (Longmore: English Ophthalmic Manual 1863) in geometrische Figuren abgeändert werden. 1870 veröffentlichte Burchardt „Internationale Sehproben zur Bestimmung der Sehschärfe und Sehweite“, eine Modifikation der Longmoreschen Punktsysteme. Im selben Jahre veröffentlicht Boettcher „Geometrische Sehproben zur Bestimmung der Sehschärfe bei Funktionsprüfungen des Auges“. Er schlägt Quadrate und Rechtecke als Objekte vor, die unter 1° bzw. 3° erscheinen. Von den von 1873 bis 1915 vorgeschlagenen verschiedenartigen Sehproben werden die Landoltschen von dem internationalen ophthalmologischen Kongreß 1909 als Normalproben festgesetzt. 1918 erfolgt die Normalisierung der Sehproben durch die Ophthalmic Section of the American Medical Association.

HINRICHS.

Peter Stark. Das Webersche Gesetz in der Pflanzenphysiologie. ZS. f. allg. Physiol. 18, 371—448, 1920. Das Webersche Gesetz besagt: Um eine merkliche Reaktion (in der Sinnesphysiologie eine merkliche Empfindung) hervorzurufen, muß der Zuwachs eines Reizes ΔR zu dem bereits vorhandenen Reiz R in einem bestimmten konstanten Verhältnis stehen, mathematisch ausgedrückt $\Delta R/R = \text{const.}$ Stark gibt ein ausführliches Sammelreferat über fremde und eigene Versuche. Danach ist für Lichtwirkungen das Gesetz noch nicht sicher erwiesen. Dagegen gilt es in folgenden Fällen:

1. Eine Kapillare, die einen Reizstoff enthält, wird von der einen Seite in einen Tropfen eingeführt, in dem sich Spermatozoiden befinden und dem ebenfalls der Reizstoff, aber in geringerer Konzentration, zugesetzt ist. Damit am Kapillarmund eine Ansammlung eintritt, muß die Konzentration im Innern der Kapillare ein bestimmtes Vielfaches der äußeren sein (Pfeffer).
2. Zwei rechtwinklig gekreuzte Filtrierpapierstreifen tauchen mit je einem Ende in Rohrzuckerlösung verschiedener Konzentration. Zwischen sie wird ein Kollodiumhäutchen mit einer Pilzkultur eingeschoben, derart, daß der Pilz auf der Seite der niederen Konzentration liegt. Er wächst aber durch die Löcher des Häutchens hindurch nach der Seite der stärkeren Konzentration, sobald diese zehnmal so stark ist als die andere (Mioshi).
3. Keimlinge werden horizontal orientiert und dann in einem bestimmten Rhythmus um 180° gedreht, so daß bald die eine, bald die andere Flanke geotropisch gereizt wird. Die Reaktion im Sinne der länger dauernden Reizwirkung tritt dann ein, wenn die Differenz der Einzelexpositionen zu der gesamten Expositionszeit in einem bestimmten Verhältnis steht (Fitting).
4. Berührungsreize lösen, vorzugsweise bei Ranken, aber auch bei anderen pflanzlichen Organen Krümmung aus (Haptotropismus). Werden zwei entgegengesetzte Flanken verschieden oft gerieben, so beginnt ein konstanter Prozentsatz aller Exemplare sich zu krümmen, sobald die Differenz der Streichzahlen im Verhältnis zur Gesamtzahl der Streichungen einen bestimmten Wert erreicht (Stark).
5. Die Staubfäden des Sauerdorns (Berberis) führen charakteristische Schnellbewegungen aus, wenn man sie entweder Erschütterungen aussetzt oder ihnen Sauerstoff entzieht. Dabei kommt es nicht auf die absolute Menge des übrig bleibenden Sauerstoffs an, sondern auf das Verhältnis zur ursprünglich vorhandenen (Correns).
6. Stellt man eine Tradescantia in Zuckerlösung, so steigt der osmotische Druck innen in arithmetischer Progression, wenn man den äußeren Druck in geometrischer Progression anwachsen läßt (Rysselberghe).

Auch Fälle, in denen eine Reaktion zeitlich exponentiell verläuft oder in denen Ermüdungserscheinungen auftreten, werden bei Stark als Ausdruck des Weberschen Gesetzes angesehen.

RABEL.

Fritz Schanz. Wirkung verschiedener Lichtwellenlängen auf Pflanzen. Ber. d. D. bot. Ges. 37, 430—442, 1919. Verf. findet, daß ultraviolette Licht zur Bildung der roten Blüten- und Blattfarbstoffe notwendig ist, daß es hingegen die Erzeugung des Chlorophylls hemmt.

RABEL.

7. Wärme.

A. Schmauss. Kolloidchemie und Meteorologie. Met. ZS. **37**, 1—8, 1920. Der Verf. setzt sich das Ziel, eine weitgehende Analogie zwischen den beiden Wissenschaften herzustellen. Sowie Lösungen von Kolloiden in Wasser als Hydrosole bezeichnet werden, benennt er den Dunst — als feinste Substanzverteilung in der Luft — Aerosol. Der Wasserdampf ist als kristalloide Lösung in der Luft aufzufassen. Von den Analogien wollen wir einige der wichtigsten und hervorstechendsten herausgreifen: Farbe trüber Medien, Himmelsblau, Dämmerungserscheinungen. Letztere führen zum Begriffe der Sedimentation. Die Änderung der Teilchengröße von Kolloiden bedingt Farbenänderung. Das Prinzip des Sedimentationsgleichgewichtes ergibt an sich schon die Abnahme der Größe der Wolkenelemente mit der Höhe. Der größte Wert wird auf die Analogie mit den elektrischen Eigenschaften der Kolloide gelegt. Die elektrische Ladung der Kolloidteilchen (irreversibler Hydrosole) verleiht ihnen ihre Beständigkeit. „Nimmt man den Teilchen ihre Ladung durch geeignete Elektrolytzusätze, so wird der isoelektrische Punkt erreicht, in welchem sie keine Ladung mehr besitzen und koagulieren.“ Wir können diesen Vorgang gleichstellen mit der Erscheinung schwerer dunkler Wolken, die in größter Beständigkeit am Himmel hängen, ohne daß es zum Regen (Koagulation) kommt; dann plötzlich, scheinbar grundlos, tritt Kondensation ein. Zu den kolloidalen Bestandteilen des Aerosols werden auch Rauch, Vulkanstaub usw. gerechnet. Aufsteigender Rauch gilt als Gutwetter-, herabgedrückte Rauchsäule als Schlechtwetterzeichen. Bei einer Schönwetterlage wird die Zerstreuung (Leitfähigkeit) in der Atmosphäre klein sein, und der Rauch gibt seine Teilchen als Aerosol in Lösung und wird in der Atmosphäre suspendiert. Bei hoher Leitfähigkeit wird den Rauchtteilchen die Ladung entzogen und es tritt Sedimentation ein. Der Verf. glaubt so, daß die Kolloidchemie in der Lage ist, der Meteorologie eine ganze Reihe von Vorstellungen zu bieten, die eine bessere Einsicht in die komplizierten Vorgänge der Atmosphäre gestatten. Er empfiehlt, vor allem der luftelektrischen Forschung die größte Aufmerksamkeit zuzuwenden und schlägt vor, eine Charakteristik des elektrischen Zustandes der Atmosphäre in die für die Wetterprognose bestimmten Meldungen aufzunehmen.

CONRAD.

V. Walfrid Ekman. Über den Begriff der stabilen Schichtung. Met. ZS. **37**, 22—26, 1920. In den führenden Lehrbüchern der Meteorologie und der kosmischen Physik finden sich in den Abschnitten über die Temperaturschichtung in der Atmosphäre gewisse Ungenauigkeiten: Zweck der vorliegenden Abhandlung ist es, sie richtigzustellen. In den genannten Werken heißt es, daß ein Umkippen der Luftschichten erst dann eintritt, wenn die untere Schicht spezifisch leichter wird als die darüber lagernde. Es ist das der Fall, wenn die Temperaturabnahme pro 100 m den Betrag von $3,3^{\circ}\text{C}$ erreicht. Der Verf. zeigt vor allem, daß unendlich ausgedehnte übereinandergelagerte horizontale Luftschichten, gleichgültig was immer für ein Gradient besteht, ohne Hinzutreten einer Störung nicht kippen können. Bewegungen in der Vertikale können nur durch Dichteunterschiede in der Horizontalen ausgelöst werden. Solange also die Dichteschichtung eine rein vertikale ist, wird immer Gleichgewicht herrschen. Wenn der vertikale Gradient kleiner ist als 1° pro 100 m (adiabatischer Gradient), ist das Gleichgewicht stabil, wird er größer, so ist es labil. Im letzteren Falle wird also eine unendlich kleine Störung zur Auslösung vertikaler Bewegungen genügen. Diese Verhältnisse werden an einem instruktiven Idealmodell aufgezeigt. „Ob das spezifische Gewicht nach oben zunimmt oder nicht, hat dagegen weder prinzipiell noch praktisch irgend eine statische oder dynamische Bedeutung.“

CONRAD.

R. Lorenz und W. Eitel. Zur Ableitung der Smoluchowskischen Formel der örtlichen Verteilung der Teilchen in einem kinetischen Felde. (Bemerkung zu einer früheren Arbeit.) *ZS. f. phys. Chem.* **44**, 254—255, 1920. [S. 947.] WESTPHAL.

R. v. Mises. Ausschaltung der Ergodenhypothese in der physikalischen Statistik. I. Allgemeine Betrachtungen. *Phys. ZS.* **21**, 225—232, 1920. II. Brownsche Bewegung als Beispiel. *Phys. ZS.* **21**, 256—262, 1920. Die Ergoden- (und Quasi-Ergoden-) Hypothese, die in der physikalischen Statistik eine Raumgesamtheit in Beziehung zu einer Zeitgesamtheit setzt und daher z. B. in der kinetischen Gastheorie, in abgeänderter Form (Ergozonenhypothese) aber auch in der Quantentheorie eine wichtige Rolle spielt, ist logisch unbefriedigend, in der ursprünglichen Form geradezu unhaltbar. Ihre Ausschaltung gelingt dem Verf. auf Grund von Untersuchungen, die er an anderer Stelle über die Grundlegung einer exakten Wahrscheinlichkeitsrechnung veröffentlicht hat. Danach hat man, wie im ersten Teile der Arbeit kurz am Beispiel der Planckschen Strahlungstheorie, im zweiten ausführlich an dem der Brownschen Bewegung gezeigt wird, zwei gleichberechtigt nebeneinanderstehende unendliche Gesamtheiten geeignet zu wählen, ein räumliches und ein zeitliches „Ausgangskollektiv“. Verknüpft man beide nach den Regeln der Misesschen Wahrscheinlichkeitsrechnung, so kommt man mathematisch einwandfrei zu Sätzen, die die Rolle der Ergodenhypothese (im weitesten Sinne) übernehmen. Wichtig ist die Stellung des neuen Ansatzes zum Determinationspostulat der Mechanik. Während man vor Boltzmann den zeitlichen Verlauf im wesentlichen durch den augenblicklichen makroskopischen Zustand, seit Boltzmann erst durch den mikroskopischen als bestimmt ansah, vertritt Verf. die Ansicht, daß auch der mikroskopische hierzu noch nicht ausreiche. Die Gleichungen der Mechanik gelten zwar für die idealisierten Systeme, mit denen wir es in der statistischen Mechanik zu tun hätten; es kämen aber immer wieder zu singulären Zeitpunkten, z. B. in der kinetischen Gastheorie im Augenblicke jedes Zusammenstoßes, „Verzweigungen“ der eindeutigen Lösungen vor, d. h. verschiedene mögliche Ablaufsfortsetzungen. Hier träte die Wahrscheinlichkeitsrechnung ergänzend neben die Mechanik. BUCHWALD.

Geoffrey Weyman. Thermometry in Gas-Works. *The Optician* **59**, 158—160, 1920. SCHEEL.

Max Jakob. Begriff und Zählung der Temperatur. (Bemerkungen zu einer gleichbenannten Abhandlung K. Schrebers.) *ZS. f. d. ges. Kälte-Ind.* **27**, 61—63, 1920. K. Schreiber hat vor kurzem seine zum Teil schon früher entwickelten Anschauungen physiologischer und physikalischer Art über die Temperatur in einem Aufsatz zusammengefaßt (s. diese Ber. **1**, 634, 1920). Er behauptet darin unter anderem, der zweite Hauptsatz der Wärmelehre würde anders ausfallen bei Wesen mit nicht konstanter Bluttemperatur. Jakob bestreitet dies und deutet an, wie unsere heutige Thermodynamik mit ihrer Temperaturzahlenreihe auf Grund der Beobachtung von Volumenveränderungen und der Kenntnis des Energieprinzips ohne Bezugnahme auf irgendwelche Temperaturempfindung hätte aufgebaut werden können. Auch Wärme- und Kältemaschinen müßten wir uns aus der Welt des temperaturunempfindlichen Menschen ebensowenig wegdenken, wie die elektrischen Maschinen aus der des Menschen ohne Elektrizitätssinn.

Schreiber hat ferner gegenüber der von Lord Kelvin stammenden „thermodynamischen“ oder „absoluten“ Temperaturzählung eine auf ältere Ideen Kelvins zurückführbare Zählung vorgeschlagen, die er die „natürliche“ nennt. Ihre Definition lautet: Der Unterschied der Temperaturen zweier Körper *A* und *B*, von denen *A* die höhere

Temperatur hat, soll 1^0 betragen, wenn ein umkehrbarer, zwischen A und B verlaufender Carnotscher Prozeß den Wirkungsgrad $\eta_c = \frac{1}{2}$ hat. (η_c kann auch willkürlich anders gewählt werden.) Ein Vorzug dieser Zählung besteht darin, daß sie von $-\infty$ bis $+\infty$ verläuft, die Temperaturreihe also nicht gegen den „absoluten Nullpunkt“ hin zusammenschrumpft. Nach dieser Zählung wäre z. B. bei Annahme von $\eta_c = 0,003116$ der Abstand des Wassersiedepunktes vom Eisschmelzpunkt 100^0 wie bei der üblichen Zählung, dagegen die Temperatur des unter einem Druck von 2mm Quecksilbersäule siedenden Heliums -1794^0 , die Sonnentemperatur $+950^0$, statt $1,15^0$ bzw. 6000^0 der „absoluten“ Skala. Als einen weiteren Vorzug seiner Zählung führt Schreiber an, daß erst sie die Frage, ob der absolute Nullpunkt erreichbar sei, restlos zu entscheiden gestatte. Jakob zeigt, daß dies nach der „absoluten“ Skala ebenso leicht möglich sei. Er bezeichnet schließlich Schreibers Vorschlag einer „natürlichen Temperaturzählung“ als interessant, aber als gänzlich ausichtslos wegen des mit ihr verbundenen praktischen Nachteils, daß selbst ein für die einfachsten Zwecke bestimmtes Quecksilberthermometer auch zwischen 0 und 100^0 nicht gleichmäßig linear eingeteilt werden könnte, sondern mit einer geometrischen Teilung (nicht mit einer logarithmischen Teilung, wie im Text versehentlich gesagt ist. Der Ref.) versehen werden müßte.

MAX JAKOB.

Eine neue Vorrichtung zum Konstanthalten der Temperatur der freien Enden von Thermoelementen. ZS. f. Metallkunde **12**, 143–144, 1920. Es wird bedauert, daß die Physikalisch-Technische Reichsanstalt neuerdings bei der Eichung von Thermoelementen für die Temperatur der freien Enden 20^0 , statt 0^0 zugrunde gelegt hat. Für technische Betriebe sei 20^0 nicht vorteilhafter als 0^0 , da die freien Enden dort durch Kühlwasser meist auf 8 bis 12^0 gehalten werden; im Laboratorium sei aber 0^0 entschieden vorzuziehen. Ein Kühlkasten von Dr. A. Schüller (Hersteller: C. Gebhardt, Bonn a. Rh.) aus Holz mit Zinkblecheinsatz und mit Wärmeisolation, der viele Stunden hindurch die Aufrechterhaltung von 0^0 ermöglicht, wird kurz beschrieben.

HOFFMANN.

H. S. Carslaw. Bromwich's Method of solving Problems in the Conduction of Heat. Phil. Mag. (6) **39**, 603–611, 1920. Im Anschluß an eine Arbeit von Bromwich (Phil. Mag. 1919, Nr. 220) behandelt Verf. rechnerisch verschiedene Fälle der Wärmeleitung in linearen festen Körpern, wobei er die gewünschte Lösung findet, indem er eine geeignete Lösung der in Betracht kommenden Differentialgleichung über einen gewissen, in allen Fällen gleichen Weg in der Ebene einer komplexen Variablen integriert. Die ersten drei behandelten einfacheren Fälle sind bereits früher durch andere Methoden gelöst.

Der letzte Fall betrifft einen aus zwei verschiedenen Materialien zusammengesetzten Stab, dessen Enden $x = 0$ und $x = b$ von der Zeit $t = 0$ an auf der Temperatur 0 bzw. T_0 gehalten werden und der vor der Zeit $t = 0$ überall die Temperatur 0 hat, so daß für das eine Material ($0 < x < a$) gilt:

$$\frac{\partial T_1}{\partial t} = \kappa_1 \frac{\partial^2 T_1}{\partial x^2}; \quad T_1 = 0 \text{ für } x = 0; \quad T_1 = 0 \text{ für } t = 0;$$

und für das zweite Material ($a < x < b$):

$$\frac{\partial T_2}{\partial t} = \kappa_2 \frac{\partial^2 T_2}{\partial x^2}; \quad T_2 = T_0 \text{ für } x = b; \quad T_2 = 0 \text{ für } t = 0,$$

wobei

$$\kappa_1 = K_1/c_1 \varrho_1, \quad \kappa_2 = K_2/c_2 \varrho_2$$

und K die Wärmeleitfähigkeit, c die spezifische Wärme, ϱ die Dichte ist.

Mit

$$\mu = \sqrt{\kappa_1/\kappa_2}, \quad \sigma = K_1/K_2\mu,$$

findet Verf.

$$F(a) = \sigma \cos a \sin \mu a (b-a) + \sin a \cos \mu a (b-a)$$

$$T_1 = \frac{T_0 x}{\sigma \mu (b-a) + a} + 2 T_0 \cdot \sum_1^{\infty} \frac{\sin a_n x e^{-\kappa_1 a_n^2 t}}{F'(a_n) \cdot a_n},$$

$$T_2 = T_0 \frac{\sigma \mu (x-a) + a}{\sigma \mu (b-a) + a}$$

$$+ 2 T_0 \sum_1^{\infty} \frac{\sigma \cos a_n a \sin \mu a_n (x-a) + \sin a_n a \cos \mu a_n (x-a) e^{-\kappa_1 a_n^2 t}}{F'(a_n) \cdot a_n},$$

wobei die Summation über die positiven Wurzeln der Gleichung für $F(a)$ zu erstrecken ist.

MEISSNER.

Karl F. Lindman. Zur Frage nach der Existenz wahrer Pyroelektrizität. Ann. d. Phys. (4) 62, 107—112, 1920. [S. 959.]

HOFFMANN.

Léon Schames. Vorläufige Notiz über eine alle Aggregatzustände umfassende Zustandsgleichung und das Wirkungsgesetz der Moleküle. ZS. f. Phys. 1, 376—384, 1920. Im Gegensatz zu voranstehender Arbeit steht die vorliegende noch auf dem bisherigen Standpunkt, daß die innere Energie Φ nach van der Waals $= -a/v$ von einer Anziehung umgekehrt proportional der vierten Potenz des Abstands herrühre. Da es sich hier aber um die thermodynamisch definierte Attraktionsgröße $\hat{a} = v^2 \frac{\partial \Phi}{\partial v}$ (bzw. um Φ) als Funktion von v handelt und nicht um Φ als Funktion des mittleren Abstands r , so kommt es hier auf diesen Standpunkt weniger an. Wesentlich ist hingegen, daß, während nach van der Waals:

$$\hat{a} \equiv a = \text{konst.},$$

$$\text{nach Mie-Grüneisen:} \quad \hat{a} = \hat{a}_A \left\{ 1 - \frac{3}{n} \left(\frac{v_0}{v} \right)^{n/3-1} \right\}$$

(n = Abstoßungsexponent), hier gezeigt wird, daß für \hat{a} mindestens eine Reihe von vier Gliedern abwechselnden Vorzeichens gesetzt werden muß, um gleichzeitig richtige Werte von \hat{a}_A , der Verdampfungswärme und der Kompressibilität (für $v = v_0$) zu erhalten, also

$$\hat{a} = \hat{a}_A \left\{ 1 - a_1 \frac{v_0}{v} + a_2 \left(\frac{v_0}{v} \right)^3 - a_3 \left(\frac{v_0}{v} \right)^7 \right\},$$

wobei für Äther $a_1 = 2$, $a_2 = 4$, $a_3 = 3$. Außer der Anziehung, die schon von Reinganum und Sutherland, und jetzt von Debye auf andere Weise (s. S. 937) elektrisch erklärt wurde, ist hier auch die Abstoßung auf elektrische — nicht wie bisher auf elastische — Ursachen zurückgeführt.

Was nun die Änderung von Φ beim Übergang aus dem isotropen Zustand in den anisotropen (kristallisierten) anbelangt, so unterscheiden diese sich im wesentlichen nur durch Parallelverschiebung um den Betrag Φ_0 = Schmelzwärme für $T = 0$. Φ_0 läßt sich entweder aus dem Dampfdruck oder, wie hier gezeigt wird, aus der Clausius-Clapeyronschen Gleichung bestimmen, wenn genügende Daten bekannt sind. Hiernach kann eine allgemeine Form der Zustandsgleichung mit wesentlich denselben Konstanten alle Aggregatzustände umfassen:

$$v \left(p + \frac{\partial \Phi}{\partial v} \right) = T \frac{2}{3} \frac{\partial L}{\partial T} \sum \alpha_i \left(\frac{v_0}{v} \right)^i,$$

wobei L die kinetische Energie der Translation, $\sum a_i \left(\frac{v_0}{v}\right)^i$ die Stoßfunktion bedeutet. Für $v = v_0$ sollte letztere für van der Waalssche Kugeln sein $\sum a_i = 2,2$, während die Erfahrung Werte etwa zwischen 3 und 8 gibt. Dies folgt aus obiger Zustandsgleichung, da hiernach wird:

$$\sum a_i = \left(\frac{3v \frac{\partial v}{\partial T}}{C_v \frac{\partial v}{\partial p}} \right)_0,$$

wobei die einzelnen Größen nach Grüneisen und nach Richards bekannt sind. Diese Werte von $\sum a_i$ werden hier für das periodische System der Elemente zusammengestellt. Im Gegensatz zur üblichen Auffassung wird die Zahl der Außenelektronen von der vierten Sphäre an als bis zu 16 gehend angenommen und es wird die Anordnung der Elektronen im Zusammenhang mit der Kristallform kurz diskutiert, wobei für Cu, Ag, Au auf vierfache, für Zn, Cd, Hg auf dreifache Agglomeration geschlossen wird. Auch für einige reguläre Kristalle wird die Stoßfunktion berechnet. Das Ansteigen der Stoßfunktion scheint im wesentlichen bedingt durch das Wachsen der Elektronenzahl, in erster Linie der Außenelektronen. SCHAMES.

J. Ariès. L'équation d'état de l'éther. C. R. **170**, 871—875, 1920. Im Anschluß an die früheren Mitteilungen des Verf. (vgl. diese Ber. S. 63, 117, 247, 372) wird dargestellt, daß Verdampfungswärme, spezifische Volumina im Sättigungszustand und Sättigungsdruck von Äther sich am einfachsten darstellen lassen, wenn die sonst benutzte Variable Γ durch eine andere Variable Φ ersetzt wird, derart, daß $x = \Gamma \cdot \Phi$. Unter Einführung der reduzierten Sättigungstemperatur τ gelten ferner die Beziehungen $\tau = \tau_{\theta 1}$ und $\Phi = \tau_{\theta 2}$, wobei $\theta_1 = A_1 + B_1 \tau + C_1 \tau^2$ und $\theta_2 = A_2 + B_2 \tau + C_2 \tau^2$. Die Youngschen Beobachtungen über den Sättigungsdruck und die spezifischen Volumina von Äther lassen sich befriedigend zur Darstellung bringen, wenn folgende Zahlenwerte benutzt werden:

$$A_1 = 1,8093; \quad B_1 = -1,5034; \quad C_1 = 1,6667;$$

$$A_2 = 7,4854; \quad B_2 = -10,5252; \quad C_2 = 5,1674;$$

$$T_c = 466,9^\circ; \quad P_c = 2706 \text{ cm}; \quad R = 0,0821.$$

HENNING.

L. Hammick. Latent Heat and Surface Energy. Part II. Phil. Mag. (6) **39**, 32—46, 1920. Der Verf. hat kürzlich für tiefe Temperaturen eine Beziehung zwischen der molekularen Verdampfungswärme L , der Oberflächenenergie ϱ (in Erg \times cm²), dem Molekularvolumen V und dem Molekulardurchmesser d angegeben, die $\varrho \frac{V}{d} \frac{1}{J} = \frac{L}{6}$ lautet. J ist das mechanische Wärmeäquivalent. Nun ist im Jahre 1888 von Bakker eine Formel aufgestellt worden, die die innere Verdampfungswärme λ_i mit dem inneren Druck K einer Flüssigkeit und den spezifischen Volumina v_1 und v_2 von Flüssigkeit und gesättigtem Dampf verknüpft. Hiernach ist $\lambda_i = \int_{v_1}^{v_2} K dv$. Setzt man nun mit van der Waals $K = a/v^2$ und vernachlässigt man v_2 gegen v_1 , so folgt $\lambda_i = a/v_1$, und wenn auch obige Formel für die Verdampfungswärme auf die Masseneinheit bezogen wird, die van der Waalssche Größe zu $a = \frac{6 \varrho v_1^2}{d}$. Nachdem mittels dieser Formel a für zwei verschiedene Temperaturen ermittelt und lineare Abhängigkeit der Größe a von der Temperatur angenommen ist, wird die Verdampfungswärme $\lambda = \lambda_i + \frac{RT}{m}$ aus a und v_1 für eine Anzahl organischer Stoffe

berechnet und mit den direkten Beobachtungen in guter Übereinstimmung gefunden. Es zeigt sich, daß für viele Flüssigkeiten die Größe a am normalen Siedepunkt um den Faktor 1,4 größer ist als am kritischen Punkt. Unter Benutzung dieser Tatsache läßt sich die bekannte Konstante der Troutonschen Regel berechnen. Weiter werden die Waldenschen empirischen Regeln zwischen Oberflächenspannung und latenter Wärme, sowie das Gesetz von Ramsay-Eötvös abgeleitet. HENNING.

Martin Krause. Versuche an einer großen Ammoniak-Kältemaschine. ZS. f. d. ges. Kälteind. 27, 27—31, 35—38, 1920. An einer von der Firma A. Borsig, Berlin-Tegel, gelieferten, besonders großen Maschineneinheit auf dem Städtischen Schlachthof zu Berlin wurden vier Versuchsreihen bei Soletemperaturen von -13 bis $-27,75^{\circ}$ mit bemerkenswerter Genauigkeit durchgeführt, wobei sich Leistungen von 418 000 bis 179 000 Cal und Wirkungsgrade von 0,785 bis 0,63 gegenüber einer vollkommenen NH_3 -Maschine ergaben. Zum Schluß wird die Frage des Wärmedurchgangs im Verdampfer erörtert. ALTENKIRCH.

E. Altenkirch. Reversible Wärmeerzeugung. ZS. f. techn. Phys. 1, 77—85, 93—101, 1920. Zusammenfassender Bericht über die modernen Bestrebungen maschineller Wärmeerzeugung. Bei irreversiblen Wärmeübergang bleibt die Wärmemenge gleich. Bei reversiblen Wärmeübergang (Abwärmeheizung) nimmt sie ab. Bei reversibler Wärmeerzeugung wird sie stark vermehrt. Die einfachste Form der reversiblen Wärmeerzeugung ist die elektrisch angetriebene Kältemaschine, die in der Schweiz auch bereits zu praktischen Erfolgen geführt hat. Es folgen Untersuchungen über den Wirkungsgrad bei Kaskadenschaltungen für höhere Temperaturdifferenzen. Sodann wird die Kombination einer Kältemaschine und einer Wärmekraftmaschine nach dem System von Thomson und dem des Verf. besprochen und an einigen praktischen Beispielen erläutert. Schließlich wird auf das große Gebiet der reversiblen Wärmewandlungen ohne sichtbare Arbeit hingewiesen. ALTENKIRCH.

Harry F. Geist. The Cause of Static Phenomena on Ignition Cables. Automotive Industries 42, 804, 1920. [S. 960.] EVERLING.

R. Fichtner. Über die Verwendung der v^2 -Methode bei der Berechnung von Dampfturbinen. ZS. f. d. ges. Turbinenw. 17, 97—100, 1920. Während zur Berechnung der Beschauelung von Dampfturbinen üblicher Weise an Hand eines angenommenen Zustandsverlaufes die Quadrate v^2 als Ordinaten zu den Wärmehaltswerten i als Abszissen aufgezeichnet werden, trägt der Verf. (wie früher schon Föttinger bei seinen Vorlesungen) v^2 über dem adiabatischen Gefälle auf und berücksichtigt beim Weiterschreiten von Stufe zu Stufe den „Geschwindigkeitskoeffizienten“. Diese „adiabatische“ Methode zieht er vor, weil die übliche Methode äußerst empfindlich gegen Fehler bei der Annahme der Zustandskurve ist und daher leicht zu falschen Ergebnissen führt. Es wird ferner eine Umkehrung der v^2 -Methode erläutert, die es ermöglicht, vom Endzustand des Dampfes ausgehend eine angenommene oder gegebene Beschauelung rückwärtsschreitend durchzurechnen. MAX JAKOB.

W. G. Noack. Der Höhenprüfstand des „Bureau of Standards“ in Amerika. ZS. f. Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt 11, 65—68, 1920. Nach Flight vom 16. und 23. Oktober 1919 wird der vorläufige Unterdruckprüfstand des „Eichamts“, der vornehmlich zum Erproben der Liberty-Motoren bestimmt war und im allgemeinen Aufbau — Trennung der Prüfkammer vom Meßraum — dem Adlershofer Versuchsstand gleicht, abgebildet und beschrieben. Bemerkenswert sind die Kühlanlage und die Messung der Motorluftmenge mittels „Venturimeters“ oder „Thomasmeters“. EVERLING.